

# 企业级低代码平台构建白皮书

绿色数字经济

# 目 录

序言.....	3
<b>一、前言篇：数字经济与新兴科技加速融合 .....</b>	<b>4</b>
(一) 科技赋能数字经济 .....	4
1. 新兴技术落地提速带来新机遇 .....	4
2. 园区、交通、安防等覆盖面广、互联性强的公共事业对新技术更有需求 .....	5
3. 技术落地推进人物场互联.....	5
(二) 数字化时代要求企业更敏捷.....	7
1. 低代码契合数字化背景下，企业业务动态变化的需求 .....	7
2. 通过代码的封装和可视化编排，低代码让企业开发者与业务人员实现敏捷开发 .....	8
3. 低代码从“产品驱动”向“场景驱动”转型，作为数字底座助力数字化平台构建.....	9
<b>二、实践篇：企业级低代码平台全生命周期构建.....</b>	<b>11</b>
(一) 企业级低代码平台构建流程.....	11
1. 平均构建周期在 6 个月及以上，其中部署实施和测试优化是主要工作.....	11
2. 企业级低代码的设计原则：全链路发挥平台价值 .....	12
(二) 低代码的基本架构与技术实现 .....	13
1. 低代码的定位及基本架构.....	13
2. 低代码的技术实现.....	16
3. 企业级低代码实践案例 .....	19
(三) 低代码的部署与实施.....	25
1. 分工：实施环节与运营环节人员分工有差异，企业对平台的运维管理能力有待提升 ....	25
2. 集成：系统接口协议和字段逻辑差异是集成难点，引入自动化工具有望提升效率.....	26
3. 拓展：具备开放的 API 可接入第三方服务，需关注敏感数据安全与服务稳定性 .....	27
(四) 低代码的培训与运维升级 .....	28
1. 培训：实施环节根据参培人员经验定制培训内容，运营阶段跟随迭代步骤进行培训 ....	28
2. 运维：对应用及平台全生命周期运营稳定性与安全性负责 .....	29
(五) 本章小结.....	32
<b>三、场景篇：低代码助力产业数字化转型实践（以楼宇科技为例） .....</b>	<b>34</b>
(一) 低代码契合楼宇场景的智慧化需求.....	34
1. 加强智慧园区建设的政策引导，从信息化建设向全场景智能化升级 .....	34
2. 运用智能管理系统辅助运营，提升管理效率成为楼宇科技发展的新主题 .....	35
3. 低代码平台在企业和楼宇全场景绿色化应用构建和敏捷迭代中起到关键作用 .....	36
(二) 低代码在楼宇科技场景的应用 .....	37
1. 按信息的生产、收集、应用的内容及对象，将楼宇场景拆分成建筑、能源和低碳子场景 .....	37

2. 建筑场景应用实践.....	38
3. 能源场景应用实践.....	42
4. 低碳场景应用实践.....	45
<b>四、趋势篇：低代码行业发展趋势展望 .....</b>	<b>49</b>
(一) 技术趋势 .....	49
1. 云原生：提升低代码模型能力与低代码平台可靠性.....	49
2. 数用一体：aPaaS+iPaaS+数据管理，对数据进行统一纳管，向数据底座转变 .....	49
3. AI：AI+低代码实现应用构建自动化、智能化，助力加快全民开发步伐.....	50
(二) 市场趋势.....	51
1. 组件封装：持续推进组件的场景化、行业化封装，并进行标签化、规范化管理 .....	51
2. 业务渗透：应用开发从通用管理类场景向复杂逻辑场景突破，支持复杂系统应用.....	52
3. 软硬件一体化：提升场景与行业解决方案的控制灵活性与决策科学性.....	53
<b>法律声明 .....</b>	<b>55</b>
<b>版权声明 .....</b>	<b>55</b>
<b>免责条款 .....</b>	<b>55</b>
<b>联系我们 .....</b>	<b>55</b>

## 序言

**研究背景：**数字化与新技术在各行业落地加速，企业纷纷尝试构建灵活敏捷的数字化架构，以迎合瞬息万变的业务动态、捕捉转瞬即逝的行业热点，提升盈利能力与竞争力。低代码是一种通过封装代码简化编程的开发形式，低代码平台通过提供预构建的组件和可视化开发界面，降低了应用开发的复杂性，让开发者能够专注于业务逻辑的实现，从而为企业带来更低的开发成本和更高的应用质量。宏观上看，低代码符合当前时代背景下企业对数字化建设的敏捷性要求。

经过多年沉淀，低代码的应用逐渐从边缘场景向核心场景渗透，也逐渐从开发工具向企业数字化技术底座转型，但在专用场景和业务人员渗透上，仍有很长的路要走。

**研究目的：**艾瑞咨询与美的楼宇科技、MyBricks 联合发布的《2023 年企业级低代码平台构建白皮书》围绕企业构建低代码平台的流程与实践经验展开讨论，为企业搭建契合自己数字化基因的低代码平台提供思路。同时，报告以智慧园区为例对低代码的应用展开讨论，帮助读者了解以低代码为基础搭建软硬件一体化解决方案对于园区智慧化、绿色化管理的重要意义，为垂直行业企业应用低代码实现智慧化转型提供参考。

**研究方法：**本报告撰写过程中，艾瑞团队通过对公开资料 and 数据的搜集，与行业专家、IT 工程师和美的 iBUILDING 解决方案相关负责人的深度对话，以及自身行业研究积累，重点输出包括企业级低代码搭建流程、各环节资源配置、智慧园区低代码应用等核心研究成果。

### 共同编制：

艾瑞咨询企服研究一组：徐樊磊、王成峰、黄椿钰

美的楼宇科技研究院：程俊、张泽浩、吴鹏、刘全能、陈松、王国经、陈端云

MyBricks：车明君

# 一、前言篇：数字经济与新兴科技加速融合

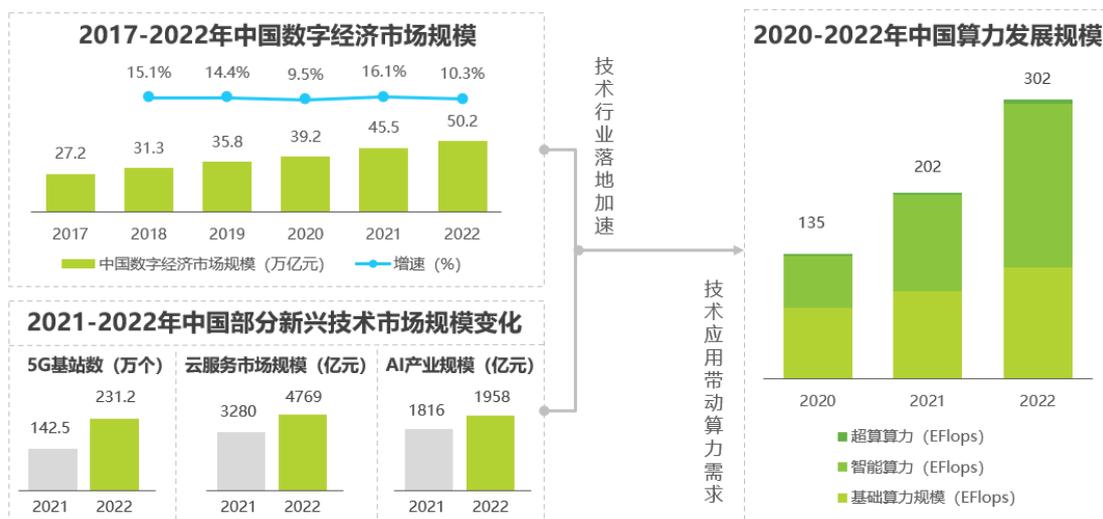
## （一）科技赋能数字经济

### 1. 新兴技术落地提速带来新机遇

数字经济是一种新的经济形态，以数据作为核心生产要素，通过大数据、云计算、物联网、区块链、人工智能等新兴技术的应用，实现资源的优化配置和再生，推动生产力的发展。数字经济背景下，信息流动障碍被进一步削弱，各类资源要素加速周转，供需匹配效率进一步提升。近五年，我国的数字经济除受疫情影响有小幅波动外，整体维持稳定增长态势，且呈现从互联网向传统行业加速落地的趋势。

数字经济带来数据的流动与经济的繁荣，为技术的革新提供了资源基础。近年来，新技术的涌现和落地情况呈现出前所未有的活跃态势，5G、云服务、AI、IOT 等技术不断升级，新技术的应用也从场景试点到产业落地推进。技术的推陈出新与加速落地不仅提升了生产效率和生活品质，也在推动着社会经济的变革，同时，在政策支持和环境推动下与数字经济不断融合。从技术应用带来的中国算力规模增长上看，近三年平均增速达 49.6%，数字经济与新兴技术的融合加速对算力资源的大量消耗。

### 数字经济与新兴技术共荣发展



来源：信通院，艾瑞咨询研究院，美的楼宇科技，MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

数字经济赋予市场韧性，新技术为创新提供更大想象空间，二者深度融合为各行业高质量发展注入了新的活力，孕育出更多新产业、新业态和新模式。数字经济与新兴技术的融合不仅带来了商业机遇，也加剧了行业内竞争，为企业成长带来更多挑战。新风口不断涌现，要求各行业内的企业对外具备更高的适应性、创新能力以及足够的行业敏感度，能根据市场动态灵活调整业务形态，同时对内运用新技术提高管理效率，维持盈利能力。因此，开源与提效是当下企业发展的关键词。

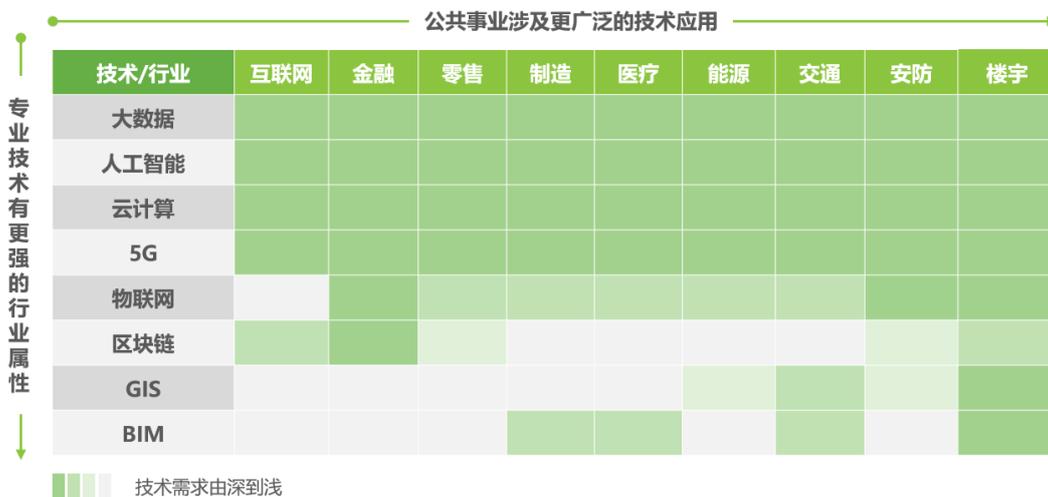
## 2. 园区、交通、安防等覆盖面广、互联性强的公共事业对新技术更有需求

相比于传统行业，互联网行业在数字沉淀与应用层面有先天优势，能直接通过网络实现数据的传输、调用和分析。但目前传统行业中，新技术也有一定深度的渗透，尤其在硬件设备层面，新技术让硬件的运行和交互数据得以被捕捉和传输，成为企业生产管理链路的一部分。

从当前各行业数字化渗透情况上看，互联网、零售、金融等与 C 端连接紧密的行业数据沉淀量大、用户对技术感知更敏感、投入回馈路径短，因此数字化和新技术落地较快，正从技术应用向技术创新迈进；制造、能源、医疗等硬件设备多、生产流程长且复杂、生产运营专业性高、对数据安全性要求高的行业，新技术应用节奏较慢，应用场景也相对边缘，仍处在高速发展阶段。

从新技术渗透情况上看，大数据、人工智能、云计算、5G 等通用技术在各行业均有广泛应用。对于交通、安防、楼宇等政府公共事业，需要渗透大量边端设备、应用更精确的识别与传感技术、覆盖较大的管理面积、影响力辐射人物场，且建设运营过程涉及复杂学科专业知识，因此需要更多专业技术的赋能。

各行业新技术渗透情况



来源：艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

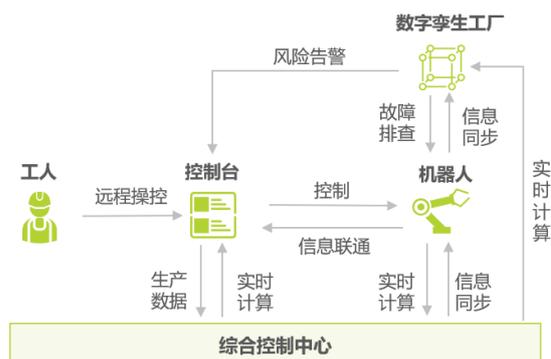
## 3. 技术落地推进人物场互联

继续剖析新兴技术在实体经济与公共事业的落地场景，不难发现新技术主要作用于硬件自身智能性和软件管理协同性，最后通过软硬件一体化突破人力的局限，实现行业智慧化的大跃进。拆分新技术在实体经济应用的主要流程，大致可分为：设备智能化、网络提升信息传输效率和平台整合数据孤岛。

以制造业为例，智能制造通过传感器与数字孪生分别赋能机器作业与综合管理，具体流程为：

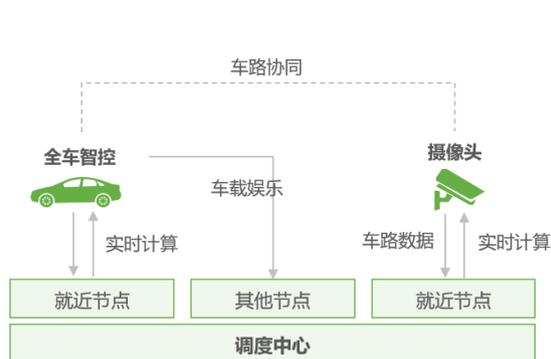
- 1) 设备智能化: 机器人内置传感器与芯片承载部分计算需求, 分摊中央控制的处理压力;
- 2) 网络提升信息传输效率: 工厂内信息实时同步, 实现全流程低时延控制和精密生产;
- 3) 平台整合数据孤岛: 通过控制台联合控制中心对作业机器进行调度, 实现远程实施操控生产; 运用数字孪生技术模拟工厂作业环境, 进行智能化故障预警与排查。

数字经济与新技术在制造业领域落地示意图



来源: 艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。  
©2024.1 iResearch Inc. www.iresearch.com.cn

数字经济与新技术在交通领域落地示意图



来源: 艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。  
©2024.1 iResearch Inc. www.iresearch.com.cn

在交通场景中, 通过车辆与摄像头实现车路协同, 具体流程为:

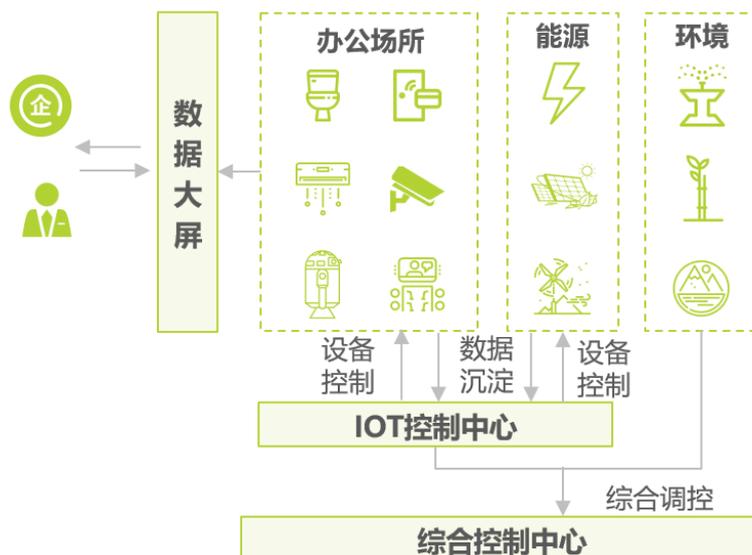
- 1) 设备智能化: 车辆、行人、道路通过摄像头与网络连接, 实现车与车、车与人、车与路的同频感知;
- 2) 网络提升信息传输效率: 调度中心随车辆的运行情况切换就近计算节点, 缩短车辆数据传输路径;
- 3) 平台整合数据孤岛: 基于摄像头与调度中心实现风险实时探测与智能处理, 精确计算, 提升安全性, 规避风险, 同时解放人力。

在楼宇科技场景中, 通过 IOT 与中央控制枢纽串联办公、能源与环境, 赋能楼宇管理、设备运行与员工工作, 具体流程可拆解:

- 1) 设备智能化: 楼宇基础设施会与园区管理者、员工、访客发生互动, 因此设施的传感与控制会更加灵敏, 交互更加亲和与智慧;
- 2) 网络提升信息传输效率: IOT 控制中枢连接物与物, 实现批量协同调控;
- 3) 平台整合数据孤岛: 软硬件协同升级, 实现能源数据、碳排放数据、员工行为数据沉淀、综合测算与统一管理, 为绿色化、智慧化楼宇建设赋能;
- 4) 楼宇绿色化: 升级管理系统的同时, 引入清洁能源与环境治理方法论, 推进楼宇绿色化改造进程。

在楼宇科技场景中，服务对象包含楼宇自身运营、企业管理和员工管理，同时楼宇园区内的管理元素涉及能源、资金、硬件和空间，且部分管理逻辑有共性，因此新技术应用对楼宇管理带来的变革更加明显。

数字经济与新技术在楼宇科技落地示意图



来源：艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

## (二) 数字化时代要求企业更敏捷

### 1. 低代码契合数字化背景下，企业业务动态变化的需求

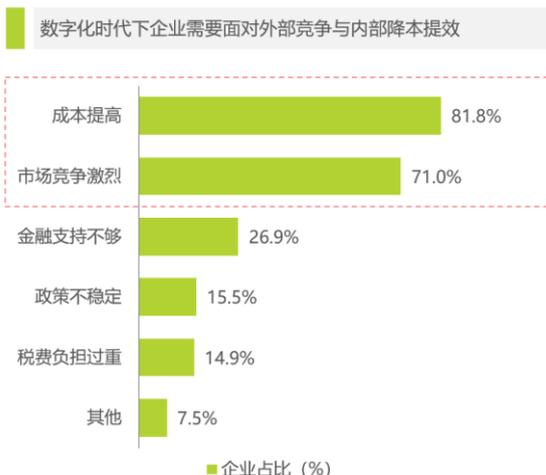
数字化时代下，宏观上看新技术落地加速，各行业数字化进程如火如荼；微观上看，企业将面对更快速的行业格局变化、更激烈的市场竞争和更强烈的成本压力。

2021年对外促进贸易委员会的调研报告中显示，认为“成本提高”是生产经营过程中主要问题的企业占比高达81.8%，背负“市场竞争激烈”压力的企业也高达71.0%，远高于企业需要面对的其他财务与政策压力。对于市场环境带来的压力，只有能及时捕捉行业风口并灵活调整业务方向的企业才有机会占得先机。而对于成本压力，则需要企业一方面通过数字化人才招聘与培育提升人效，另一方面持续推进数字化转型，通过数据沉淀发挥技术的规模效应。

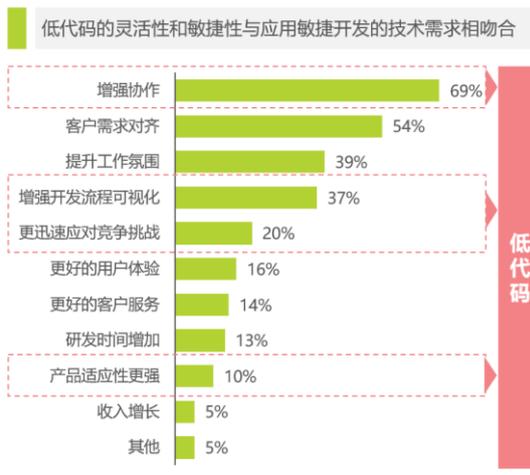
低代码正是契合企业业务灵活性与降本提效需求的解法之一，与数字经济相辅相成，能从内至外提升企业的资源利用率与敏捷性。企业通过将低代码嵌入自身数字化体系中，能有效缩短软件开发周期，帮助企业从容面对快速变化的市场环境 with 业务需求，使企业的市场适应性、敏捷性与抗风险能力进一步提升。

## 2021 年企业生产经营过程中遇到的问题

## 2022 年全球企业应用敏捷开发收益



来源：对外经济贸易委员会、艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。  
©2024.1 iResearch Inc. www.iresearch.com.cn



来源：《16th Annual State of Agile Report》, 《2022中国企业敏捷实践白皮书》, 艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。  
©2024.1 iResearch Inc. www.iresearch.com.cn

## 2. 通过代码的封装和可视化编排，低代码让企业开发者与业务人员实现敏捷开发

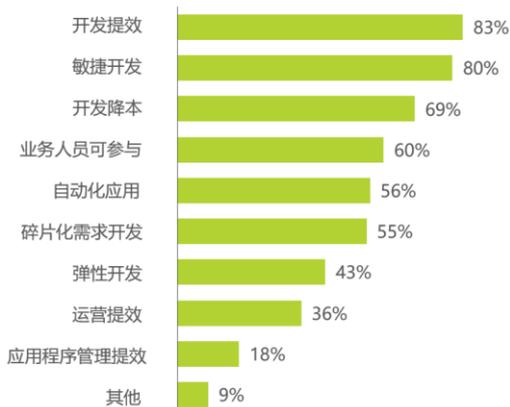
企业级低代码是为企业的开发者及业务人员提供可视化的应用开发环境，降低或去除应用开发对原生代码编写的需求量，进而实现便捷构建应用程序的一种解决方案。低代码的身影最早可追溯至 2000 年前后的 Dreamweaver，当时的 Dreamweaver 仅是可视化页面搭建工具，但为后期可视化编程的低代码奠定了雏形。随着信息化推进，企业的传统软件开发模式弊端逐渐显露：当企业需要新的软件功能或应用时，通常需要依赖专业的开发团队从头进行定制开发，无法做到代码复用，导致开发周期长、成本高、难以快速响应业务需求。因此，企业内部的开发者在传统开发过程中自发将部分高频、通用代码进行封装，以便后期灵活调用，逐渐形成企业内的低代码生态。当企业的封装代码变多，使用频率增加，低代码也逐渐从工具向平台转移，成为支撑开发并集成上层应用的技术底座。根据低代码自身特性和用户使用效果，更便捷的开发与更低的时间成本是低代码平台的核心价值。

### 企业级低代码的特征



来源：艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。  
©2024.1 iResearch Inc. www.iresearch.com.cn

### 认可低代码应用实践价值的用户比重



注释：调研数据的受访者为各企业与机构中的低代码零代码产品用户，涵盖了技术人员和业务人员。其中，金融(239位)、政务与公共事业(153位)、制造业(209位)/电商与零售(103位)、通信运营商(197位)、房地产(109位)、建筑业(95位)、其他领域(162位)。来源：Market Insight: 中国低代码/零代码市场发展洞察 (2023)，艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。  
©2024.1 iResearch Inc. www.iresearch.com.cn

代码封装和集成开放是企业级低代码的重要属性,敏捷、提效是企业级低代码的关键词。Market Insight 调研数据显示,有 60%以上的受访者认为低代码的主要应用实践价值是为开发环节提效、敏捷、降本,同时让业务人员有机会参与应用构建。虽然低代码的理想应用状态是同时被开发者与业务人员所接受,从而缩短应用开发与应用逻辑搭建的沟通频次,但事实上在企业实际应用中,目前低代码的开发能力对于部分专业场景和复杂场景不适用,对于没有开发基础的业务人员而言,未经过系统性培训上手难度较大。

### 3. 低代码从“产品驱动”向“场景驱动”转型,作为数字底座助力数字化平台构建

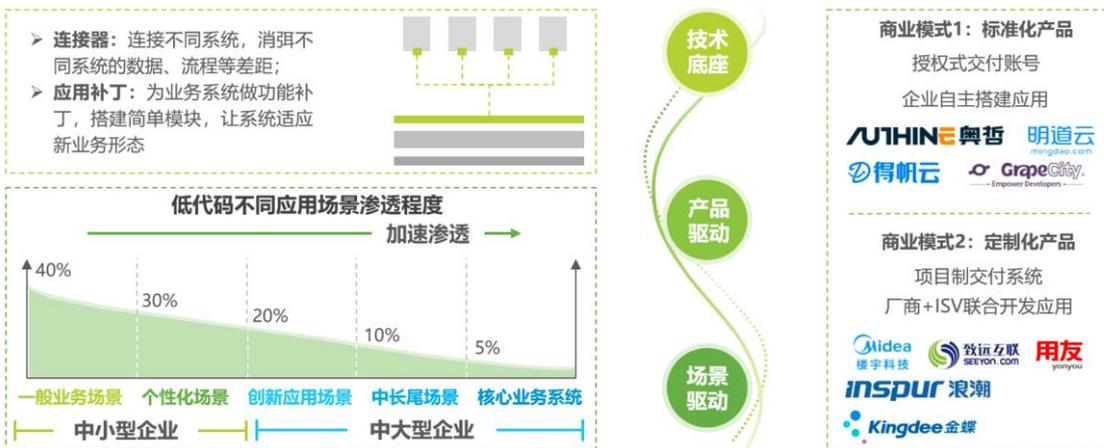
由于应用的开发形式与结构复杂度提升,开发者不再执着于编写完整的编程语言,而是将注意力转移至底层逻辑建设与功能完善。因此,虽然低代码的产生可以追溯至 2000 年前后,但其概念在 2014 年才被明确提出。低代码的发展经历了 2018 年前后的巅峰时刻后逐渐沉淀,增速回落至 40-50%。在发展过程中,低代码的产品形态、产品功能与落地场景均发生一定变化。

1) 产品形态:低代码最初作为企业内部的快速开发工具出现,允许专业开发者通过图形化界面和预构建的模块来快速搭建应用。随着部分应用场景需求同质化,有前瞻性的技术服务提供商开始将企业级低代码的核心功能和通用模块进行抽象和标准化,形成了标准化低代码平台,如奥哲、明道云、简道云等。这些标准化的低代码平台通过账号授权的形式对外提供服务,也标志着低代码平台从企业内部工具向市场化产品的转变。

2) 产品功能:除组件化工具与可视化开发外,低代码还具备 API 开放接口,企业可以通过调用接口实现系统与第三方服务的集成和调用。当低代码成为众多系统集成的中间枢纽时,各系统间的数据、流程、规范等均实现标准化,从而更好地适应市场变化和满足内部运营管理需求。因此,低代码在企业中的定位也逐渐从基础开发工具向企业数字化底座转型,参与企业数字化与信息化建设。

3) 落地场景:一方面低代码的开发能力有局限,难以承载复杂、核心应用的开发;另一方面由于行业内相互借鉴学习,商品化低代码产品的差异化程度逐渐降低。双重压力驱动下,低代码厂商逐渐认识到赋能开发者只是其价值传导的起点,而链路的末端是企业业务应用效果。因此,低代码厂商的关注点逐渐从低代码的基础功能和特性转向企业实际业务场景,并朝中大型企业核心业务场景迈进。

## 企业级低代码的发展特征



来源: 艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

## 二、实践篇：企业级低代码平台全生命周期构建

### （一）企业级低代码平台构建流程

#### 1. 平均构建周期在 6 个月及以上，其中部署实施和测试优化是主要工作

企业级低代码的搭建可分为六个环节：需求分析、设计规划、部署实施、测试优化、上线培训和运维升级。对于系统结构相对复杂的企业而言，搭建低代码平台全流程耗时约 6 个月及以上，其中部署实施与测试优化是核心环节，耗时占比近 50%。

1) 需求分析：深入了解企业的业务需求、数字化架构现状以及未来发展方向。通过与企业内部各业务部门与技术部门的充分沟通，低代码技术提供商才能准确把握企业对低代码平台功能和特性的需求，将对企业需求的理解作为后续设计规划和部署实施的基础，确保最终搭建的平台能够真正满足企业的实际业务需要。

2) 设计规划：构建低代码平台的基础架构和技术实现路径。该阶段的主要成果输出通常包括平台的技术架构图、功能模块划分、数据流程设计等关键文档。设计规划需要充分考虑企业的业务复杂性、技术可行性和未来发展可扩展性等因素，为平台的长期稳定运行奠定坚实基础。

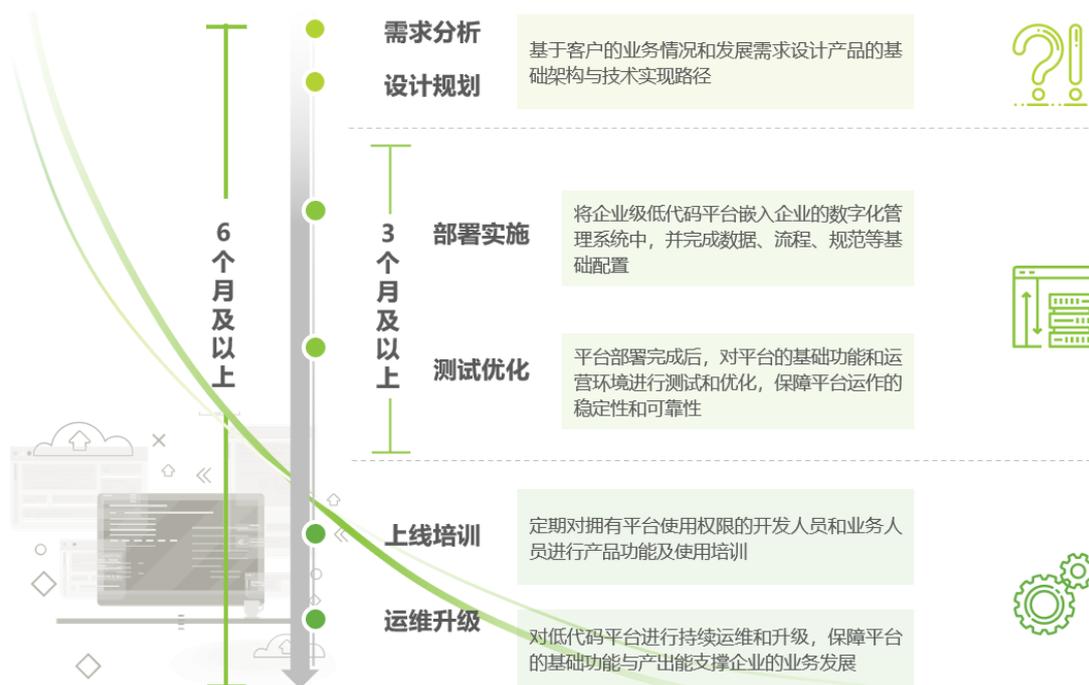
3) 部署实施：将设计规划转化为实际运行平台的关键步骤。将企业级低代码平台嵌入企业的数字化管理系统中，并完成低代码与企业数据、流程、规范等基础配置的同步和对接。由于企业系统的多样性和复杂性，部署实施过程中可能会面临环境配置、接口调用、兼容性问题，需要反复进行需求沟通对齐、产品测试、资源调用等，因此要求技术提供商配备专业技术服务团队和完善的实施方案。

4) 测试优化：平台部署完成后，需要模拟实际业务场景和负载条件对平台进行全面测试，及时发现并修复潜在的问题和缺陷，确保平台的各项功能和运营环境都能稳定可靠地运行。测试环节通常包括功能测试、性能测试、安全测试等，测试优化环节的充分性和有效性将影响平台上线后的稳定性和用户满意度。

5) 上线培训：在平台正式投入使用前，技术提供商会对拥有平台使用权限的开发人员和业务人员进行产品功能及使用培训。通过系统的培训课程和实际操作指导，让开发者能充分了解和掌握平台的功能和使用方法，有助于提高低代码平台的使用效率，缩短平台的价值传导周期。

6) 运维升级：对低代码平台进行持续运维和升级，保障平台的基础功能与产出能支撑企业的业务发展。运维升级贯穿低代码平台的全生命周期，定期巡检和维护以保障平台始终处于最佳运行状态。同时，随着企业业务的发展和市场需求的变化，还需要对平台进行功能升级和优化。

## 企业级低代码平台构建流程



来源：艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

## 2. 企业级低代码的设计原则：全链路发挥平台价值

企业级低代码构建原则可以总结为：安全性和合规性、集成与被集成、降本与业务覆盖、可扩展与可维护性。低代码平台开发设计时，需要基于以上原则，以安全合规为前提，以发挥平台降本提效价值、支撑业务运作为目的，保障平台全生命周期的稳定运行。

1) 安全性和合规性：企业级低代码平台的基础要求，也是企业在数字化转型过程中的首要关注点。对内，企业数字化产生大量核心数据，这些数据的存储、传输、备份各环节均会面临外部攻击、信息泄露等问题，影响企业正常运行。对外，全球对数据安全和隐私保护的关注度提升，各国政府均加快安全合规政策的制定和执行。作为企业技术底座的低代码平台必须具备完善的安全机制和合规性措施，例如采用先进的加密技术和安全认证机制、遵循国内外相关法规和政策要求等，为企业数字化进程保驾护航。

2) 集成与被集成：低代码平台的连接拓展能力与发挥价值的方式。通过标准化 API 接口进行生态连接，低代码平台可以获取更多的数据源和业务场景，从而为企业提供更全面的数字化解决方案，实现平台功能升维。

3) 降本提效与业务覆盖：低代码投入使用后的价值表现。为缩短应用开发的内部响应时滞，保持弹性与敏捷性应对日益激烈的市场竞争和不断变化的客户需求，企业需要低代码运用丰富的物料模板库进行灵活配置和扩展，从根源提升企业的业务效率和数字化覆盖范围。

4) 可扩展性与可维护性：低代码平台维持良性运营、持续创造价值的保障。前端业务动态变化，后端企业组织架构、系统规模也在动态调整，因此要求低代码平台具备良好的可扩展

展性和可维护性，以满足企业不同发展阶段的开发需求。事实上，低代码自身模块化、组件化的设计思想是松耦合的，能满足各模块独立升级的需求，实现低代码平台与企业共同成长的目的。

### 企业级低代码平台设计思路



来源：艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

## (二) 低代码的基本架构与技术实现

### 1. 低代码的定位及基本架构

#### 1.1 低代码平台属于 aPaaS 范畴，赋能内部应用开发与外部服务集成

企业数字化架构相比传统运营模式更重视数据的沉淀、流转和应用。通过将企业的边端物理设备与前端业务经营数据汇总沉淀，经过数据中台对数据的清洗整理与技术中台的分析支持，实现对内资源流转最优配置和对外业务科学决策，整体起到降本提效作用。解构企业数字化架构，根据数据的产生、传输和处理大致可分为三大部分：物理层、中台层和业务层：

1) 物理层：既包括传感器、能源设备、检测设备等产生数据的感知型硬件设备，又包括虚拟机、裸金属、服务器等支撑数据传输与处理的资源型硬件；

2) 中台层：介于物理层与业务层中间，是设备信息与业务信息的中枢，负责将数据进行清洗、筛选、分析，并反馈至硬件设备的控制管理和前端业务的精细化运营；

3) 业务层：包括小程序、APP、Web、可视大屏等最终用户交互终端，也包括企业对外输出的行业解决方案，是业务信息产生与沉淀的主要部分。

以实现业务上云的企业数字化架构为例，中台层主要负责数据沉淀与分析，根据服务内容与技术需求可细分为 aPaaS 和 iPaaS。其中 aPaaS 平台兼容多种开发方式、开发框架和开发语言，支撑应用的开发、运营和运维；iPaaS 服务于流程、服务、应用、数据的集成与治理，在应用程序与三方服务间建立数据联通渠道，实现应用快速集成与交互，提高了企业内

部系统的互联互通效率，还为企业与外部合作伙伴的数据共享和业务协同提供便利。

低代码正属于 aPaaS 板块，在企业数字化体系中承担“枢纽”的角色，对内作为技术底座赋能应用开发，对外作为开放媒介接入三方系统和服务，为敏捷开发与生态开放赋能。

### 低代码平台在企业数字化架构中的角色



来源：艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

## 1.2 aPaaS 服务与企业应用开发、运行与管理，低代码助力敏捷开发

aPaaS (Application Platform as a Service) 即“应用平台即服务”，为企业提供一站式开发环境。aPaaS 整合了平台及应用程序开发工具、数据库、消息队列、缓存、身份认证、安全、监控和日志等，方便开发者进行应用的开发、运行和管理。基于 IaaS 层基础资源的支撑，开发者无需进行繁琐的软件部署、硬件配置和网络设置等操作，可以专注于应用程序的开发和业务逻辑配置。目前 aPaaS 对企业的价值可以从应用的开发态、运行态和扩展态三个维度展开：

1) 开发态：aPaaS 通过提供云端的开发环境和工具，如包括低代码、零代码、可视化编程界面、预构建的模块和组件等，同时支持多种编程语言和开发框架，降低应用程序的开发难度和成本，提高开发效率和应用性能，加速企业的数字化转型和创新。作为企业云架构的重要组成部分，aPaaS 还能让开发者可以随时随地通过云服务访问开发环境，实现代码的实时编辑、测试和部署。

2) 运行态：在应用程序运行阶段，aPaaS 提供了稳定的运行环境，包括计算、存储、网络在内的弹性资源，支撑应用程序的数据存储、容灾备份及在高并发环境下维持稳定运行。同时，aPaaS 的资源消耗监控与日志分析能帮助开发者及时发现并定位异常情况，提高了应用程序的可维护性。

3) 扩展态：随着业务的发展，企业应用需要不断地进行扩展和升级。aPaaS 提供了灵活的扩展能力，支持企业根据业务需求动态调整资源配置，让企业能快速响应市场变化和业务

需求，提高企业的竞争力。

低代码是 aPaaS 架构中的核心开发工具之一，它将传统代码开发模式抽象封装为模块化开发形式，向下对接数据中台进行控件的数据绑定和建模，同时调用技术中台的能力支撑业务流程运转。

### 低代码平台在 aPaaS 架构中的角色



来源：艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

### 1.3 低代码向下调用技术与数据，向上支撑应用前台，对内提效，对外集成三方服务

低代码基础架构从下至上可分为四个部分：核心引擎、可视化设计平台、平台门户和独立于应用设计的运维管理：

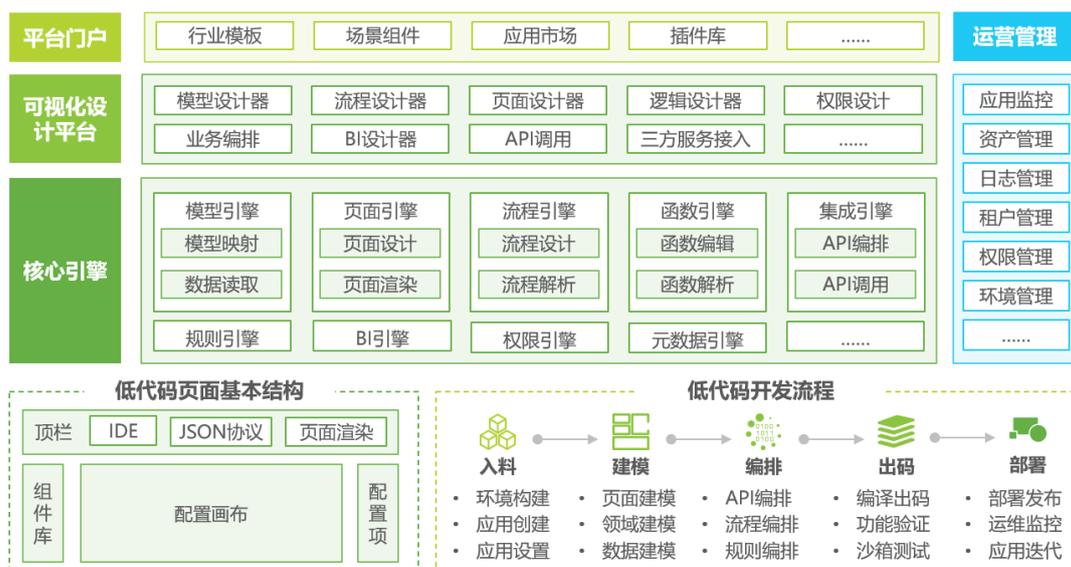
1) 核心引擎：实现前端操作与编排的效果。低代码平台的核心引擎按功能大致可分为模型引擎、页面引擎、流程引擎、函数引擎和集成引擎，分别支撑页面搭建、流程逻辑配置、对外集成等。引擎支撑前端操作的可视化，让开发者无需关心后端技术实现逻辑，仅需对应用功能负责。

2) 设计平台：对接开发者开发行为。设计平台提供了丰富的页面设计工具，让开发者可以通过拖拽、配置等简单操作快速搭建出应用程序的界面和交互逻辑。设计平台是低代码降低应用开发的门槛的重要体现，让非专业开发者有机会参与到软件开发中。

3) 平台门户：提供开箱即用的组件与模板。通过平台门户，开发者可以快速集成和调用物料进行功能模块组装和前端界面的搭建。

4) 运营管理：对应用及低代码平台的运行状态进行检测与管理。运营管理主要功能模块有资源消耗监控、资产管理、用户权限管理等，监测应用程序的运行状态。

## 低代码基础架构及开发流程



来源: 艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

开发者使用低代码进行应用开发时，需要经过入料、页面建模、服务编排、编译出码和部署运营五个环节，其中页面建模与服务编排是核心开发环节。页面建模环节中，开发者通过拖拉拽的形式快速构建应用程序的用户界面；服务编排则给予开发者搭建应用各模块运行逻辑的工具。

## 2. 低代码的技术实现

### 2.1 建模：低代码平台属于 aPaaS 范畴，赋能内部应用开发与外部服务集成

使用低代码平台搭建应用的过程按先后顺序可分为：数据源绑定、页面控件配置、业务逻辑设置和环境配置等。其中，建模引擎和编排引擎支撑用户的前端应用搭建：

1) 建模引擎：支撑开发者在前端开发界面对应用程序的数据结构和界面布局等静态模型进行设计和构建的行为，包含数据引擎、表单引擎、页面引擎、领域建模引擎等。其中，数据引擎负责处理应用程序中的数据存储和检索逻辑，会基于数据结构关系关联数据库中对应的数据表，保障数据调用的准确性和一致性；表单引擎会基于开发者对表单控件的排列与验证规则的设置创建符合业务需求的表单界面；页面引擎基于用户前端页面布局的配置和交互模式设计思路进行页面渲染；领域建模则允许开发者基于特定领域设计领域事件，便于统一管理。

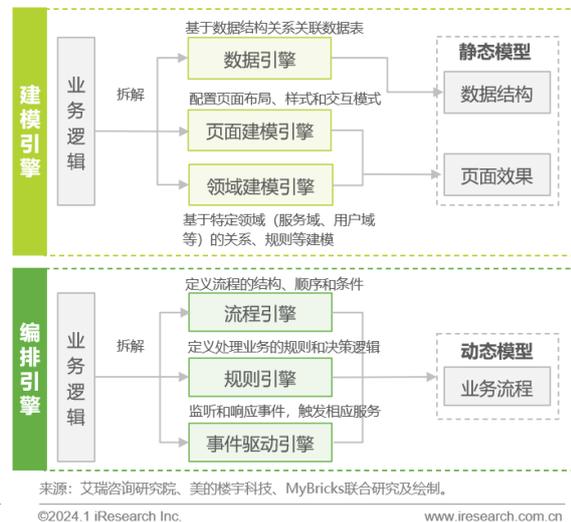
2) 编排引擎：支撑用户可视化编排应用的数据表单流转、自动化管理、服务调度，包含流程引擎、规则引擎、消息引擎、事件驱动引擎等。其中，流程引擎负责执行开发者在应用程序中设计的业务流程，保障流程涉及的步骤、任务点和参与者按照预定的逻辑和顺序正确执行。规则引擎负责处理业务规则和逻辑决策，在应用运行中，规则引擎能接收数据并按照预定的业务规则对数据进行评估，并执行相应的操作。消息引擎支持多种消息模式和协议，

能实现应用中消息的传递，保障消息产生、传输、处理、送达和故障恢复顺利运行。事件驱动引擎会根据预先设定的事件触发相应机制，实现事件的实时响应和处理，有时还能对事件流进行简单分析，提升应用的事件管理能力。

### 低代码建模流程



### 建模引擎及编排引擎核心功能



在建模引擎和编排引擎的共同作用下，用户能搭建完整的应用外壳。但对于数据体系复杂的企业而言，应用常涉及多个数据源和数据类型之间的关联和转换，因此对数据引擎建立的数据映射准确度与响应速度提出更高要求。对员工数量多、权限及流程管理复杂的企业而言，大量的员工和复杂的流程会在特定环境下产生大量的并发访问和事件触发需求，这时候编排引擎中流程引擎的并发量、事件驱动引擎的稳定性等是保障应用顺利运作的关键。

## 2.2 编译：以编译器为核心实现中间码向目标码转化，编译性能与并行数量有提升空间

在用户完成基础的视图设计以及应用逻辑编排后，低代码需要将业务结构设计转化为可执行的代码，以便测试应用运行状态及部署，该过程即编译出码过程，涉及模型解析、代码编译、代码调试和代码渲染四个环节：

1) 模型解析：解构用户对模型的编排及组件的布局，以建立映射关系。低代码平台基于开发者配置的应用界面和业务逻辑，对界面的布局、组件的属性设置、事件触发机制和流程等进行解析，与平台内部数据结构和逻辑表示建立映射关系。

2) 代码编译：将物料（组件、模型）与逻辑关系转换为可运行的代码。低代码平台基于模型解析的内容，将组件、模型之间的逻辑关系转换为特定编程语言的语法和结构，确保生成的代码不仅能准确反映用户的设计意图，还符合编程语言的规范。

3) 代码调试：对已转译的代码进行准确性与合规性验证，包括代码是否存在语法错误、逻辑错误或潜在的运行时问题，对问题代码进行反馈和自动调整，保障代码能顺利运行。

4) 代码渲染：将目标代码可视化，由此形成流程闭环，操作主权重归用户。

## 低代码编译出码流程



来源：艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

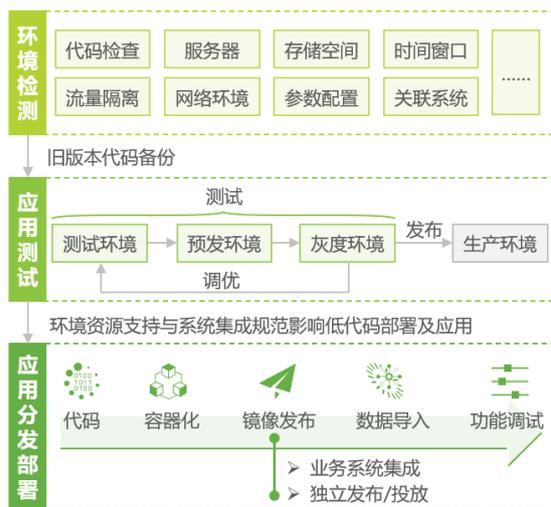
www.iresearch.com.cn

编译出码过程中，规则引擎加载速度、编译器处理性能和并行数量等均会影响编译出码效率。为缩短编译出码流程的时间，可通过使用多核 CPU、结合高效的算法和数据结构提升并行处理能力。为提升代码调试准确性，可以嵌入大语言模型智能化对代码细节进行调优，提升应用运行稳定性。

### 2.3 在环境兼容配置与应用运行测试后镜像投放，并进行性能监测与安全管理

低代码应用搭建完成后，需要进行投放环境配置与兼容测试，并对应用进行多轮运行测试，以确保应用在目标环境内能稳定运行。通过模拟目标环境下的用户操作和业务流程，开发者能够及时发现并解决潜在的性能瓶颈、事件响应异常或逻辑错误。

#### 低代码构建应用的部署流程

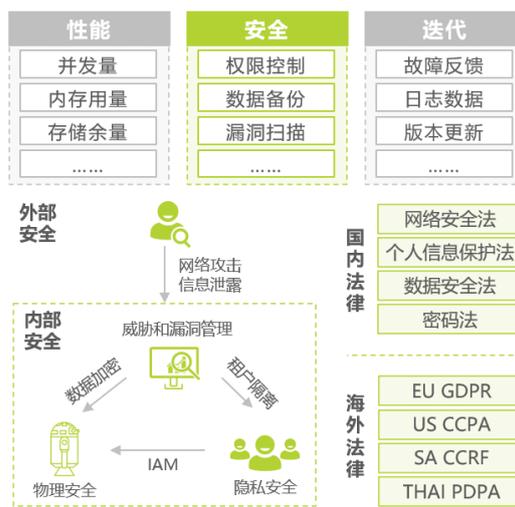


来源：艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

#### 低代码应用的运维管理



来源：艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

根据低代码开发的应用与业务系统的附属关系，可将应用分为集成型和独立型两类。其中，集成型应用常作为附属应用集成于原系统中，权限与设定遵循原系统应用配置，发布时还需要与指定集成应用进行联调测试，保障各模块接口的正确性、数据流和控制流的合理性。

独立型应用的数据与流程设置相对自由，可自定义应用的权限关系与投放时间。

应用投入使用后，还需要对应用运行状态、基础性能、数据安全和迭代需求进行监测，让应用与前端业务需求相匹配。随着应用的增多与企业低代码应用场景碎片化，低代码平台承载的异构数据量也不断提升，对信息加密、安全传输和隐私保护提出更高要求。为了保障企业敏感数据的安全性和完整性，低代码平台需要动态升级安全技术并执行严格的数据隔离与管理策略，以应对不断升级的安全挑战。

### 3. 企业级低代码实践案例

#### 3.1 美的 iBUILDING 解决方案：为客户打造以低碳、智能为核心的智慧空间

美的楼宇科技是美的集团旗下负责楼宇智慧化、智能化的业务部门，致力于为全球用户提供高效、智能、绿色的楼宇解决方案。凭借深厚的技术积累和不断创新的精神，美的楼宇科技推出了 iBUILDING 解决方案，以全栈式服务赋能建筑的智慧化升级。通过 iBUILDING，美的楼宇科技将智能技术与建筑完美融合，为用户打造舒适、便捷、安全的生活与工作环境。

iBUILDING 平台整体自下而上分为边缘层、云服务层、应用解决方案层，在贯穿上下层链路过程中提供了全链路的安全与标准、全链路的运营服务和监控能力。

1) 边缘层：通过边缘引擎实现边缘连接、边缘计算、边缘管理等能力，从而支持所有建筑 5A 设备上云。

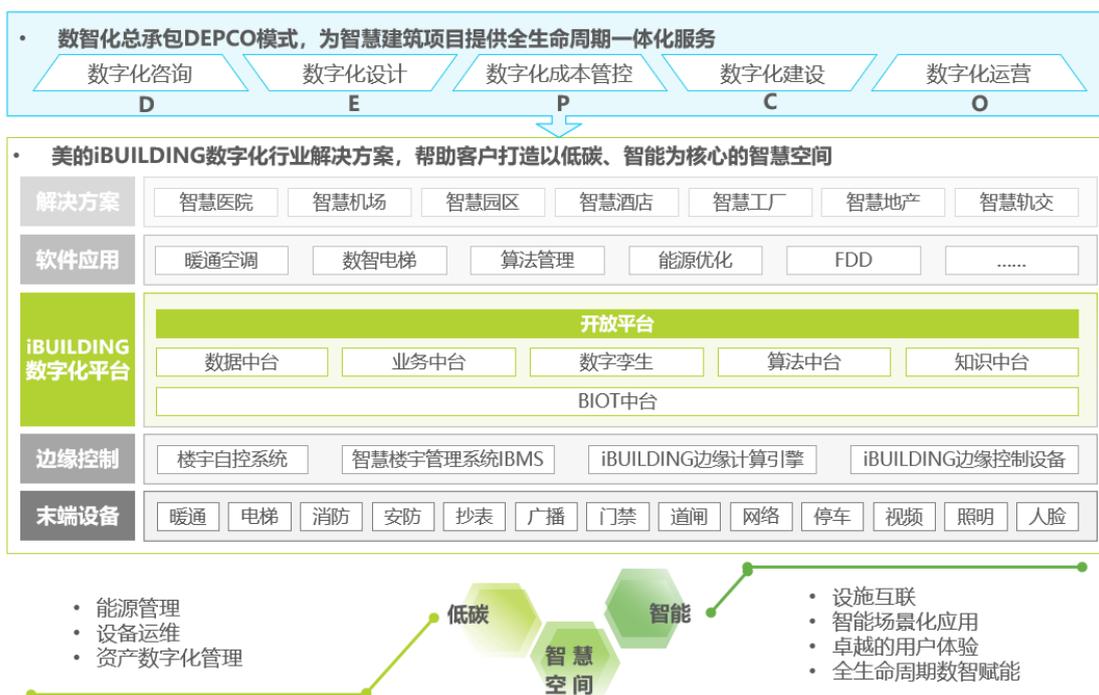
2) 云服务层：通过 BloT 中台承接数据，融合人、设备、空间和数据，形成业务中台、数据中台、算法中台、知识中台、数据孪生中台等，通过开放平台对外提供业务能力、快速接入能力、仿真能力和数据分析能力、AI 能力等，同时提供完善的安全管控。

3) 应用解决方案层：通过 iBUILDING 平台强大的底层能力，研发并提供了大量的上层业务应用，通过各类专业应用，结合专业的行业解决方案思路，为用户提供一站式行业级解决方案，如智慧园区解决方案、智慧工厂解决方案、智慧酒店解决方案、智慧医疗解决方案、智慧机场解决方案等。

4) 安全与标准：iBUILDING 形成了完善的开发标准化、数据标准化、工具标准化，并在数据、应用、设备、网络等方面提供安全保障。

5) 全链路服务：iBUILDING 提供全链路的工程化服务、全链路运营管理服务及全链路日志监控服务。

## 美的 iBUILDING 数字化行业解决方案架构



来源：艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

### 3.2 美的 aPaaS 开放平台：为 iBUILDING 提供分享、拓展等能力，提升系统灵活性

美的楼宇科技 aPaaS 平台是一款全新的应用平台即服务解决方案，其强大的低代码技术、丰富的模版市场资源，使得用户可以轻松高效地构建各类专业的楼宇管理应用，实现楼宇设备的全生态接入的同时，提供了专业的实践经验，并保障数据、产品的安全合规，促进共建智慧楼宇解决方案，实现生态共赢。

#### iBUILDING 开放平台的架构及特征

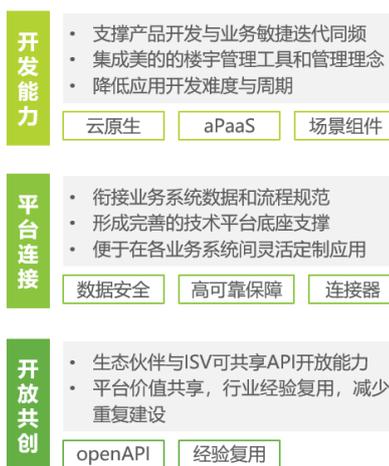


来源：艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

#### iBUILDING 开放平台的价值



美的 aPaaS 开放平台在 iBUILDING 中起到支撑与连接器的作用，一方面支撑平台的通

用能力，另一方面通过 API 调用外部系统能力，让 ISV 能基于平台能力进行深度定制和二次开发，实现平台能力共享，减少重复建设，提升行业能力复用性。

### 3.3 MyBricks: 作为 iBUILDING 的技术内核，具备全景式低代码能力，支撑复杂业务构建

美的 iBUILDING 解决方案的技术核心是 MyBricks 引擎，在 MyBricks 的基础上进行封装，搭建美的低代码平台，再通过低代码平台构建各类行业应用解决方案的管理平台。

MyBricks 是面向企业应用的全场景低代码开发平台，提供海量原子组件赋能使用者搭建复杂应用，同时提供私有部署和开源引擎能力，全方位支持企业全场景数字化。MyBricks 的核心引擎有 SPA、Domain 和 Workflow:

1) SPA: 页面搭建引擎，常用于中后台管理系统的门户页面、小程序页面、app 页面、H5 页面搭建。Mybricks-SPA 封装集成了面向不同场景的应用模版、组件库、插件，开发者仅需要基本的前端工程能力，即可完成各类复杂业务场景的开发。使用 MyBricks 能综合提升 8-10 倍应用开发效率，降低 3/4 的开发成本。

2) Domain: 领域建模引擎，主要用于页面、服务、数据库表结构的映射建立和自动化生成。

3) Workflow: 图形编排引擎，物料组件开箱即用，为开发者带来完全积木式的搭建体验，极大程度提升平台易用性。

MyBricks 平台架构



来源: 艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks 联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

MyBricks 支撑从建模到编译出码全流程



来源: 艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks 联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

MyBricks 以帮助开发者解决企业级复杂需求为宗旨，有着自主研发图形化编程语言、丰富的开源原子组件库和搭载 Copilot 的 MyBricks.ai:

1) 图形化编程语言: MyBricks 配备完整的可视化搭建语言, 给予开发者足够的组件编排自由度和图形化的操作空间, 有利于发挥想象力与创造力, 优化开发者使用体验;

2) 原子组件库: MyBricks 提供海量低度封装的原子组件, 如表单类组件、数据表格组件、容器类组件、数据展现组件、逻辑计算组件等, 用户可以在组件基础上自由封装成业务复合组件, 进而组合成业务应用。由于组件颗粒度小、灵活度高, 可覆盖当前 95% 的业务场景, 组件场景复用率高达 90%。

3) MyBricks.ai: MyBricks 设计之初就以 AI 原生纳入考量, 因此在 AI 时代下对 AI-Code 的应用更加得心应手。目前, MyBricks 搭载了基于 ChatGPT 的 Copilot, 自然语言优化低代码交互模式, 提升应用开发智能性。此外, MyBricks 还配备调用国产大模型的 SDK 包, 通过自然语言驱动代码生成拉近用户意图与应用成品的距离。

MyBricks 将自身定位为可以“被定义和被集成”的低代码平台, 提供私有部署和核心技术两种交付形式:

1) 私有部署: 与其他低代码平台类似, 将完整的低代码平台嵌入企业数字化架构中, 支撑前端业务开发。

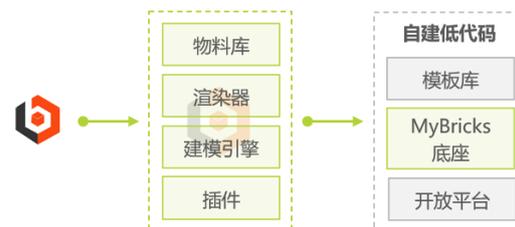
2) 核心技术: 将核心引擎及周边能力如物料库、渲染器等基础能力解耦, 让企业根据需求自主采购相应模块, 企业可基于 MyBricks 的技术内核自行封装搭建适合企业自身业务的低代码平台, MyBricks 可为企业量身定制 workflow、协作流等, 让企业的低代码平台与 MyBricks 共生发展。目前美的 iBUILDING 正是基于 MyBricks 的核心引擎、物料库, 通用插件等基础能力进行开发, 打造适合美的企业基因和开发习惯的低代码平台。

### MyBricks 两种部署模式

01 支持平台私有化部署, 嵌入企业数字化架构



02 提供核心引擎能力, 帮助企业自建低代码平台



来源: 艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks 联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

### 3.4 低代码治理方法论: 对应用开发难度和使用者分级, 量化低代码使用效果

MyBricks 目前已在医疗、金融、建筑行业实现成功实践, 且作为美的 iBUILDING 解决方案的技术核心参与诸多行业实际应用, 已与美的在低代码平台运营治理领域形成了独特的方法论。该方法论从产品侧和用户侧分别对低代码的开发情况进行量化, 根据最终测算数据判断低代码价值发挥效果。该方法论执行步骤如下:

1) 第一步: 产品侧, 根据应用搭建复杂程度可划分为 L1-L5 五个等级, 就目前企业内部系统复杂度而言, L1-L5 的应用比例近似正态分布。在应用分级的基础上, 根据开发经验对其开发时长赋值, 构建低代码开发效果理论值。

①L1级：可使用现有物料，通过简单编辑配置完成。例如H5活动页面、简单的小程序页面等，多为企业内面向运营、销售等用户群体的各类简单活动搭建系统，目前在企业内部占比约10%。

②L2级：使用现有物料，通过复杂编辑配置以及少量的表达式完成。例如包含了组件嵌套和终端适配的页面应用、集合数据表格与流程的表单应用等，面向一般业务场景为主，目前在企业内部占比约20%。

③L3级：使用现有物料，通过编辑配置、图形化编排或者传统代码完成。例如布局较复杂、页面逻辑和业务逻辑相对复杂的产品级页面，目前在企业内部占比约40%。

④L4级：使用大部分现有物料、少部分新增物料，通过编辑配置、图形化编排或者传统代码完成。L4级应用通常建模难度更为复杂，常需要新开发物料来完成，目前在企业内部占比约20%。

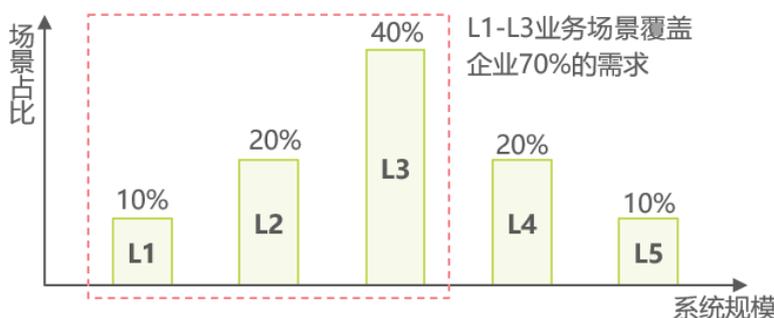
⑤L5级：仅有少部分物料可以复用的情形。例如极具个性化的企业核心业务系统，低代码的专业性难以满足系统逻辑复杂要求，目前在企业内部占比约10%。

### 低代码应用5级模型说明

级别分类	编辑配置	图形化编排	传统代码	物料覆盖度
L1级	■	■	■	■
L2级	■	■	■	■
L3级	■	■	■	■
L4级	■	■	■	≥80%
L5级	■	■	■	<40%

低代码可覆盖

应用深度由深到浅



来源：专家访谈，艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

2) 第二步：用户侧，根据低代码使用者的能力划分为原型设计师、业务开发工程师和技术扩展工程师三类，量化不同等级使用者开发人天投入实际值，其中低代码使用者的能力划分可根据企业实际人才结构灵活调整。

①原型设计师：熟悉低代码的基本操作，如流程编排（容器卡片、事件卡片等）、连接器、多场景页面布局（排版、间距、样式等）等，并能独立完成原型级别的页面设计。

②业务开发工程师：具备“原型设计师认证”资质，拥有编写 Javascript、表达式的能力，了解低代码平台的各类可视化数据类型（数字、文本、布尔、对象、数组、枚举等），能熟练高级可视化编排的概念和各类组件库，在面对实际业务需求时，能够快速产出应用搭建方案并完成应用构建。

③技术扩展工程师：具备“开发工程师认证”资质，熟悉低代码各类开发规范及工具，且具备一定的前端开发能力，能熟练使用 Vue、React 等前端开发框架和 MVVM、数据流等开发范式。此外，还需要具备良好的抽象设计能力，并能完成实际的物料、插件、渲染器、搭建应用等扩展能力的开发。

### 低代码运营人员分类

级别分类	基础能力			人才数量
	产品认知	页面开发能力	组件开发能力	
原型设计师	深	浅	浅	多
业务开发工程师	浅	深	浅	多
技术扩展工程师	浅	浅	深	少

应用深度由深到浅

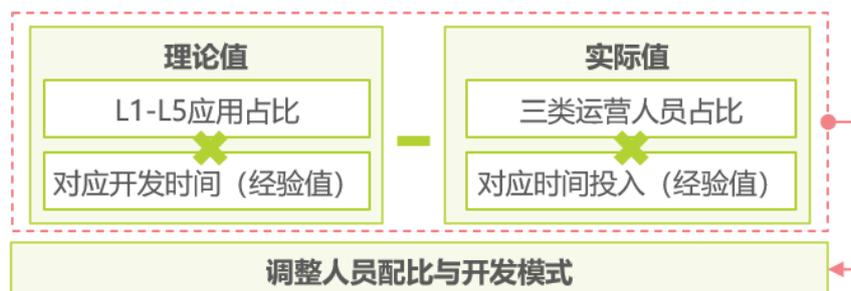
来源：专家访谈，艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

3) 第三步：根据开发耗时理论值与实际值的差异，测算低代码平台的使用价值与使用效率，有助于企业对低代码的价值感知与提效调整。

### 低代码平台治理逻辑



来源：专家访谈，艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

### (三) 低代码的部署与实施

#### 1. 分工：实施环节与运营环节人员分工有差异，企业对平台的运维管理能力有待提升

根据低代码平台搭建过程中的人员配置差异，可以低代码正式上线为界划分为平台实施环节和平台运营环节：

1) 平台实施环节：由低代码技术服务商主导。

①低代码技术提供商：通常会组建 3 人及以上服务团队帮助企业完成需求分析到线上培训全流程，主要参与角色有项目经理、高级业务咨询顾问、架构师、前后端开发和测试人员，部分岗位可兼任。其中，项目经理负责项目全局把控与资源协调；高级业务咨询顾问负责协调低代码平台开发与最终解决方案的业务适配性，确保低代码平台能契合企业的实际业务需求；架构师、前后端开发和测试人员在项目复杂度较低时可兼任，主要负责低代码平台的设计、开发和上线测试，保障低代码的功能性和稳定性。

平台实施期间，低代码技术服务商会根据具体业务需求与厂商技术能力与 ISV 生态伙伴进行产品联合设计开发，充分发挥生态伙伴的技术优势。

②企业：通常会组建 2 人及以上团队对接需求和系统架构，且不同阶段参与度不同，主要参与者有项目经理或业务顾问、架构师、工程师、业务部门和成本管理经理。其中，成本管理经理主要在项目前期需求对接环节对项目进行商务评定，线上培训环节通常有 IT 部门和业务部门等平台使用者参与。

2) 平台运营环节：由企业主导。

①低代码技术提供商：对于重点客户，低代码技术提供商可能会组建专门服务小组实时处理运维工单；但对于大部分客户而言，运维需求主要通过低代码技术提供商的客户成功部门或运维顾问团队对接。项目交付后，厂商侧的运维服务可以分为两类，一类是主动服务，如当低代码平台有重大技术更新或版本迭代时，由低代码技术提供商主动发起运维动作；另一类是被动服务，如当企业使用低代码平台时遇到技术瓶颈或故障，提交工单寻求技术提供商的支持。

②企业：通常企业会设立专门部门对低代码平台进行监控和运维管理，由业务顾问负责评估业务部门需求并转化为项目开发方案，对于超出企业技术范畴的工作内容会寻求平台技术提供商的支持。但由于大部分企业业务变化速度快且 IT 能力有限，因此组件更新、复杂应用搭建、新技术嵌入等技术运维工作主要由服务商承担，企业做简单监控管理。

## 企业级低代码实施与运维环节人员配置



来源：艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

## 2. 集成：系统接口协议和字段逻辑差异是集成难点，引入自动化工具有望提升效率

低代码嵌入企业数字化系统后，需要分三步与系统和业务进行集成：基础配置和准入调试、业务系统集成和平台测试及应用。

1) 基础配置及准入调试：低代码平台与企业内部系统进行组织架构同步、单点登录配置、数据库连接等基础配置。基础配置统一为后期低代码平台应用搭建时，对企业数据和流程调用的规范性与便利性奠定基础。

2) 业务系统集成：低代码与企业既有系统集成，并对低代码平台的数据关联、流程设计、编码规范、业务逻辑等进行融合，保障低代码平台与企业内部系统使用体验的一致性。

3) 平台测试及应用：试运行保障平台与应用程序的稳定性和可靠性，通常涉及功能测试、性能测试、安全测试等多个环节。

系统集成过程中，前期需要低代码平台的对接方式和业务逻辑进行设计和编排，涉及与企业业务部门的大量沟通调试，存在沟通成本高、实践周期长等问题。系统集成实践过程中，部分企业数字化缺乏统一的顶层规划的弊病逐渐显露，例如存在不同业务系统的接口开放度、接口协议、业务逻辑字段差异，影响集成进度。当企业内存在大量老旧系统时，可能出现接口少、接口调用协议与调用权限有差异等问题，影响集成效率。当企业内业务应用逻辑复杂时常出现系统字段逻辑有差异等问题，需要中间件或代码进行数据预处理和逻辑转换。

为提升低代码集成效率，首先需要企业制定完善的业务系统规范，统一接口标准和各系统的数据格式，同时引入自动化工具，减少重复工作，提升集成效率，降低出错率。

## 企业级低代码集成难点及解决思路



### 3. 拓展: 具备开放的 API 可接入第三方服务, 需关注敏感数据安全与服务稳定性

低代码平台除可视化开发外, 还具备极强的开放能力, 对内可通过自定义组件和集成插件实现平台开发功能加成; 对外支持开发者通过 API 接口实现三方服务的集成和调用。

1) 基于插件的原生功能拓展: 如 AI 插件、电子签名、消息轮播组件等, 插件作为独立的软件组件, 可以被便捷地添加至低代码平台中, 实现功能的新增或强化。

2) 自定义组件助力应用复杂度升维: 低代码平台通常支持自定义组件的开发和使用, 开发者可以根据业务需求创建具有特定功能和界面的组件, 并赋予组件特定的标签, 便于在应用搭建中调用。自定义组件通常比通用组件更加契合企业业务特性, 因此复用率相对较高。

3) 基于 API 接口的三方服务集成: 企业的内部系统与外部服务集成已成为一种常态, API 接口作为连接不同系统数据的桥梁和纽带, 通过调用集成的形式扩展了应用系统的功能边界和使用场景。

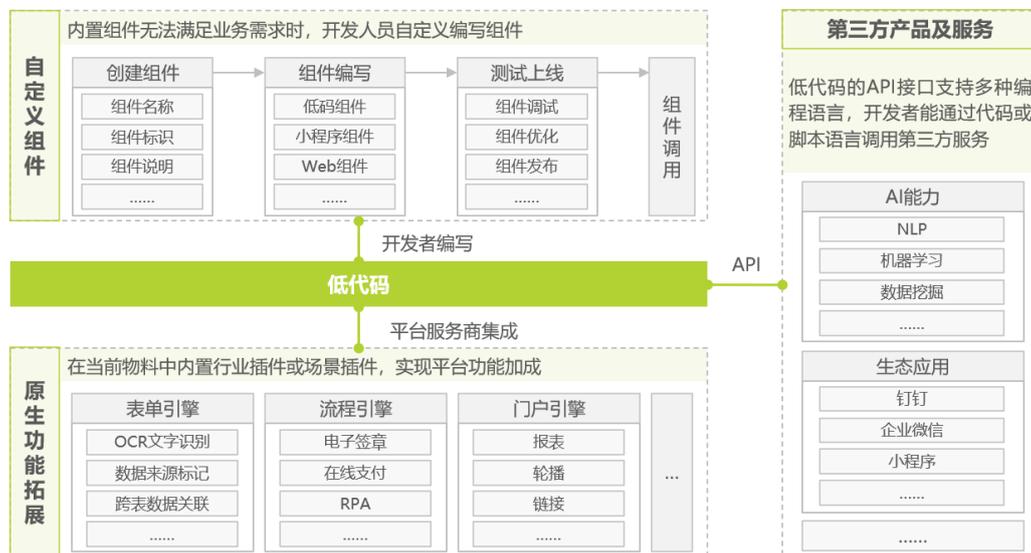
低代码的开放能力让企业数字化系统的基础能力再上层楼, 企业的业务系统功能更多元、更齐全, 能更快速地响应市场需求和业务需求, 在业务拓展中更有竞争力。同时, 这种开放能力也为企业带来了一些困扰:

1) 数据安全: 数字化背景下, 流转的数据隐藏了企业的核心业务信息, 尤其是在使用低代码的 API 对外接入三方服务时, 需要通过加密技术保障敏感数据安全性, 同时对平台使用者实行统一权限管理, 防止未授权访问。

2) 稳定性与调用延迟: 对于三方服务调用的稳定性、与内部系统兼容性等也会影响业务的处理速度和使用体验, 尤其在高并发环境下可能导致延迟响应。对此, 可以尝试通过缓存技术或分布式处理优化响应速度。

3) 互操作性与兼容性: 三方服务的稳定运行需要和原有系统的数据与流程兼容, 为此需要统一接口规范, 当出现应用版本调整需实时更新连接器, 保持数据和流程的一致性。

### 企业级低代码的三种拓展类型



来源: 艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

## (四) 低代码的培训与运维升级

### 1. 培训: 实施环节根据参培人员经验定制培训内容, 运营阶段跟随迭代步骤进行培训

按培训内容可将低代码平台相关培训分为实施环节的培训 and 运营环节的培训:

1) 实施环节的培训: 低代码平台部署完成后, 对企业主要使用者开展的一次性培训, 通常耗时 1 周左右。为保障培训的针对性和有效性, 培训过程通常可分为三个环节:

①根据参培人员的开发经验配置讲师团队: 当参培人员中 IT 人员占多数时, 需要配备技术侧讲师; 当参培人员中业务人员或其他非专业技术人员占比较高时, 需要设置更低门槛的课程, 配备偏业务落地的讲师。

②拆解培训目标, 制定阶段性课程: 培训内容包括行业认知、平台使用规范以及具体场景实操, 从理论到实践, 让参培人员逐步掌握低代码平台的核心功能和操作技巧。

③根据现场情况动态调整培训计划, 确保每位参培人员都能获得最佳的学习体验。

2) 运营环节的培训: 在低代码平台投入使用后, 对组件更新、平台技术迭代或其他运营过程中产生的问题进行答疑和补充培训, 多为不定期开展, 且跟随具体业务情况动态调整。主要涉及的培训内容有: 新功能与组件、用户访问与权限配置、故障排查与应急处理、用户反馈与需求收集、版本升级与迁移等。

## 低代码平台培训步骤及内容

培训内容	培训内容	培训细节	企业侧主要参与者	培训时长	培训周期
平台实施环节	基础概念认知	1.低代码行业背景 2.低代码的价值 3.低代码产品介绍	业务部门、工程师、项目经理	0.5-1天	一次性
	基础功能	1.常用组件、前端页面等基本信息 2.应用搭建及部署流程介绍	业务部门、工程师、项目经理	1天	
	页面设计与建模	1.业务需求及业务逻辑拆解 2.产品方案设计 3.页面建模、流程建模 4.接口调用协议	业务部门、工程师、项目经理	1-2天	
	场景应用搭建	1.场景化应用逻辑差异 2.应用搭建实操	工程师、项目经理	1-2天	
	平台运维管理	1.平台运维管理功能 2.主要告警指标及关键节点	工程师、项目经理	0.5-1天	
平台运营环节	组件更新	1.新增组件类别、核心功能、应用场景	工程师、项目经理	0.5-1天	不定期
	平台迭代	1.新增功能、场景、新技术应用情况 2.应用搭建实操	工程师、项目经理	1天	1-3次/年
	其他场景	1.BUG调整、运维补充培训等	工程师、项目经理	0.5-1天	不定期

来源：艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

## 2. 运维：对应用及平台全生命周期运营稳定性与安全性负责

### 2.1 资源消耗监控保障应用运行稳定性，管理制度优化打通开发与业务边界

为了让低代码平台的应用开发更便捷、应用更稳定、与业务场景更贴合，需要对低代码平台和已发布应用进行监控和管理，因此，低代码的运维管理也可以根据管理对象分为对已发布应用的运维管理和对平台的运维管理两类：

1) 对已发布应用的运维管理：关注应用的运行状态、数据安全、故障处理，监控并优化已上线应用质量，定期迭代确保场景适应。

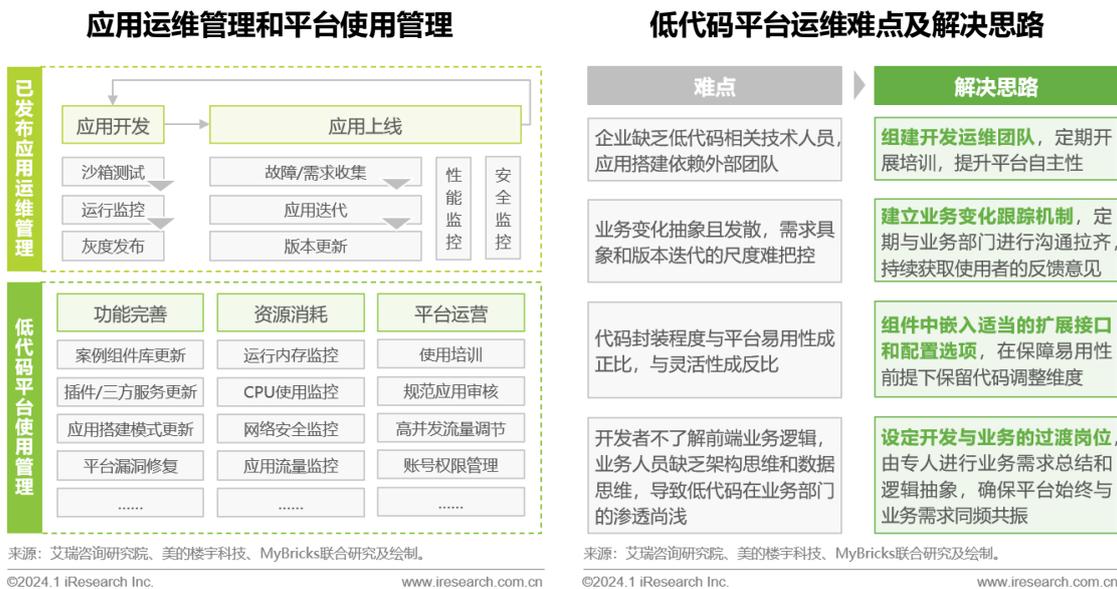
2) 对平台的使用管理：关注平台基础功能、资源消耗和运营管理，通过管理使用者及资源利用情况，保障平台稳定运行并发挥价值。其中，对平台基础功能的运维主要从平台物料充裕程度、应用开发模式、功能稳定性与安全漏洞等方向进行跟踪；对平台资源消耗的监测主要从内存消耗、CPU 使用、流量分布、网络安全等维度展开；对平台运营的管理主要从使用规范、租户权限管理等维度切入，对平台使用者进行管理。

尽管低代码平台通过运维管理在一定程度上能实现运行的稳定性和安全性，但目前低代码平台在使用过程中仍存在一定困难：

1) 应用更新周期难把控：业务变化抽象且发散，需求具象和版本迭代的尺度难把控。为更好地连接后端开发与前端业务，企业可以建立业务变化跟踪机制，定期与业务部门进行沟通拉齐，持续获取使用者的反馈意见。

2) 业务与开发衔接不畅：目前大部分企业仍存在开发者不了解前端业务逻辑，业务人员缺乏架构思维和数据思维，导致低代码在业务部门的渗透尚浅的现象。针对低代码的技术局限，企业可以设定开发与业务的过渡岗位，通过制定规范和岗位设置逐步打通开发与业务的

隔阂，由专人进行业务需求总结和逻辑抽象，确保平台始终与业务需求同频共振。



## 2.2 业务顾问评估业务需求并推进开发进程，复杂逻辑开发仍依赖技术提供商

低代码平台在企业内部投入运营后，业务部门与个人客户是最终使用者，但由于大部分业务人员尚不具备低代码开发能力，企业内主要运维管理角色为业务顾问和 IT 部门。其中，IT 部门可细分为开发工程师与运维工程师。业务需求是动态变化的，需要业务顾问对业务部门的需求进行提炼和筛选，并制定开发方案交付给 IT 部门执行。人员配置上，业务顾问：开发人员：运维人员≈4:3:3。以上三类人员的主要职责如下：

1) 业务顾问：深入了解业务部门的需求和痛点，筛选业务需求并转化为可执行的开发任务，并明确应用的功能模块、界面设计和交互逻辑。与 IT 部门对接开发需求与规划，保障应用符合业务场景和用户需求。

2) 开发人员：根据岗位内容可细分为 UI 设计师、前端工程师、后端工程师等，主要负责利用低代码平台进行应用程序的设计和开发，包括前端界面、后端逻辑的编写和数据库交互等，并对应用进行测试和发布。当业务需求超出企业开发人员的承受范围时，可以选择向低代码技术提供商寻求技术支持。

3) 运维人员：持续监控低代码平台的运行状态和性能指标，及时发现并解决平台运行中出现的故障和问题，保障平台稳定性、可用性和安全性。

低代码运维过程中，通常应用点状功能更新以周或月为周期，随时推进；块状大规模功能调整以年为周期迭代。受企业开发人员能力或精力限制，通常会将开发工作外包给低代码技术提供商的运维团队支持，且预计未来 3-5 年内企业对厂商仍有技术依赖。

## 低代码应用的更新迭代流程



来源：艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

### 2.3 技术提供商主要服务于物料更新与版本迭代，落地实践还需业务部门配合

低代码平台的运维管理伴随着使用者结构调整与平台功能升级，企业可以通过低代码产品功能与实践效果对低代码的价值进行评估。

1) 产品功能：在低代码价值评估中重要性占比约 40%，并随着平台使用深入重要性逐渐下降。产品功能的评估维度围绕平台基础功能和运营性能展开，其中平台的基础功能可细分为易用性、功能颗粒度、运维管理能力和产品拓展性。低代码产品功能的主要价值感受者为企业 IT 部门，当低代码产品功能不能满足开发者需求时，常需要企业 IT 部门结合低代码技术提供商对平台进行组件新增或版本升级。

2) 实践效果：在低代码价值评估中重要性占比约 60%，随着企业使用深入，低代码的敏捷性、开放性等价值逐渐在业务端释放，平台价值逐渐从开发向业务传导。由于实践环节中企业业务部门是主要价值感受者，因此实践效果的评估主要从应用稳定性和业务效益展开。其中，应用稳定性主要衡量维度是开发质量，如接口故障率、Crash 率等，业务效益可以从开发效率、平台应用情况和业务敏捷性三个维度展开评估。当企业评估中发现低代码的实践效果不佳，可以着重调整企业业务部门的使用情况。

企业级低代码平台价值评估表

一级指标	二级指标	三级指标举例		调整方向	主要参与人员
产品功能 (40%)	易用性	代码封装程度	模板与组件数	增加组件及模板	企业IT部门、低代码技术提供商
	功能细粒度	数据处理能力	AI能力集成	进行平台功能迭代	低代码技术提供商
		workflow支持度	可视化程度		
		移动应用支持	插件库		
	基础性能	编译出码效率	并发量	调整运维相关功能	企业IT部门、低代码技术提供商
	运维管理能力	安全合规认证	应用和后台管理		
		权限和用户角色管理	备份与容灾能力		
	产品拓展性	开放性	部署能力	增加连接器 与三方集成商合作	低代码技术提供商、三方系统集成商
三方产品服务支持		内置连接器数量			
实践效果 (60%)	开发效率	组件复用率	平均开发周期	调整开发人员结构	企业IT部门
		平均开发时间	平均开发人员数量		
	开发质量	Crash率	页面错误率	进行平台功能迭代	企业IT部门、低代码技术提供商
		接口故障率	连续可用时长		
	应用情况	应用开发数量	场景渗透率	调整业务顾问结构	企业业务顾问、企业业务部门
		日平均使用时长	角色渗透率		
	业务敏捷性	应用平均迭代周期	应用创收	调整低代码使用场景	企业业务顾问、企业业务部门

注释：三级指标只显示部分参考，不做完整展示。  
来源：专家访谈，艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

## (五) 本章小结

**1) 实践步骤：**企业级低代码平台的建设及运营流程可分为六个阶段：需求分析、设计规划、部署实施、测试优化、上线培训与运维升级。其中部署实施与测试优化是核心环节，占据平台搭建时长的 50%左右。

### 2) 需求分析与设计规划：

①从数字化架构上看，低代码是企业数字化的技术底座，属于 aPaaS 层，向下调用技术与数据，向上支撑应用前台，对内提效对外集成三方服务；

②使用低代码进行应用开发需要经过入料、页面建模、服务编排、编译出码和部署运营等环节，其中页面建模与服务编排是核心开发环节。

### 3) 部署实施与测试优化：

①部署实施环节中，技术服务商通常会组建 3 人及以上团队，其中项目经理负责项目全局把控与资源协调，高级业务咨询顾问负责协调平台的业务适配性；

②低代码的集成可分为三个环节：基础配置和准入调试、业务系统集成和平台测试及应用。集成过程中，接口协议差异和字段逻辑不同等会影响集成效率；

③低代码的开放能力除集成业务系统外，对内可通过自定义组件和集成插件实现开发功能加成；对外支持开发者通过 API 接口完成三方服务的集成和调用。

### 4) 上线培训与运维升级：

①低代码平台部署完成后，需要对平台主要使用者就使用规范开展一次性培训；平台投入使用后，需要对平台迭代和应用更新进行不定期答疑和补充培训；

②围绕低代码平台企业内部通常设立业务顾问对接并评估业务部门需求，并立项交接至IT部门，或寻求技术服务商的支持；

③对应用的运维关注应用的运行状态、数据安全、故障处理，定期迭代确保场景适应；对平台的运维关注组件更新和资源消耗，保障平台稳定运行。

### 三、场景篇：低代码助力产业数字化转型实践（以楼宇科技为例）

#### （一）低代码契合楼宇场景的智慧化需求

##### 1. 加强智慧园区建设的政策引导，从信息化建设向全场景智能化升级

园区作为产业发展和企业集聚的空间载体，承担着更多培育新兴产业、促进区域经济发展的重要使命，因此园区的数字化建设亦是国家政策的重要引导方向，目前已明确纳入国家十四五规划中。

梳理园区数字化相关政策，可以发现政策的引导重心逐渐从数字化向智能化、绿色化升级，同时政策内容中对技术的应用、场景的覆盖的引导逐渐具体，如从“推进信息系统建设”向“加强工业物联网的应用、实现园区资源高效运营”升级，鼓励园区加快新技术应用，实现全场景资源智能化管理。这些变化体现了国家对于园区应用新技术的高度重视，也揭示了园区数字化建设的未来趋势。例如应用工业物联网让园区内的设备、系统、资源实现互联互通，运用清洁能源为园区节能减排、资源循环利用和绿色可持续发展。

近年园区数字化建设相关政策梳理

发布时间	发布单位	政策名称	主要内容	关键词
2022.11	科技部、住建部	《“十四五”城镇化与城市发展科技创新专项规划》	以数字化、智能化技术为基础，开展智能建造与智慧运维基础共性技术和关键核心技术研发与转化应用，构建 <b>全场景智能监测预警和智慧综合运维服务平台</b> 。	智能化
2022.7	住建部、国家发改委	《“十四五”全国城市基础设施建设规划》	构建 <b>移动物联网网络体系</b> ，实现交通路网、城市管网、工业园区、现代农业示范区等场景移动物联网深度覆盖。	物联网、统一管理
2022.6	工信部等六部门	《工业能效提升行动计划》	推动工业企业、工业园区加强全链条、全维度、全过程用能管理，协同推进大中小企业节能提效，系统提升产业链供应链综合能效水平。	资源管理、绿色化
2021.12	文化和旅游部	《关于推动国家级文化产业园区高质量发展的意见》	推进智慧园区建设，加快 <b>5G、工业互联网、物联网等信息基础设施建设与应用</b> ，集成园区资源信息、应用服务和运营管理数据，提高资源利用和服务管理效能。	资源管理、智慧化
2021.12	工信部等八部门	《“十四五”智能制造发展规划》	加快 <b>工业互联网、物联网、5G、千兆光网等新型网络基础设施规模化部署</b> ，支持大型企业集团、工业园区，围绕内部资源整合、产品全生命周期管理、产业链供应链协同、中小企业服务、工业数据处理分析，建立各具特色的工业互联网平台，实现全要素、全产业链数据的有效集成和管理。	智能化、资源管理
2021.12	国务院	《“十四五”数字经济发展规划》	引导产业园区加快数字基础设施建设，利用数字技术提升园区管理和服务能力。提升线上线下相结合的资源共享水平，引导各类要素加快向园区集聚。	数字化、资源共享
2021.11	工信部	《“十四五”工业绿色发展规划》	鼓励企业、园区开展能源资源信息化管控、污染物排放在线监测、地下管网漏水检测等系统建设，实现动态监测、精准控制和优化管理。	数字化、绿色化
2021.3	全国人大	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》	在重点行业和区域建设若干国际水准的工业互联网平台和数字化转型促进中心，深化研发设计、生产制造、经营管理、市场服务等环节的数字化应用，培育发展个性化定制、柔性制造等新模式，加快产业园区数字化改造。	数字化、智能化

注：参考《智慧产业园区标准体系研究报告(2022)》，智慧园区是将云计算、大数据、物联网、人工智能、5G、数字孪生等新一代信息技术与产业深度融合，集成园区制造资源与第三方服务能力，实现圈层资源共享、产业联动发展、环境实时感知、事件全程可视、生产自动适应、设备全时利用、社群价值关联，推动产业价值链延伸，提升园区智能化管理和社会化集成能力。

来源：公开资料，艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

园区智慧化仅是楼宇科技的缩影。楼宇科技是以建筑为核心、涵盖能源、环境、交通等领域的综合性概念，覆盖工业园、产业园、文化园、写字楼、工厂等场景，其数字化集成了物联网、大数据、人工智能等技术应用。例如对空调、照明、电梯等设备的远程监控和管理，室内空气质量、温湿度等进行监测和调节。楼宇科技是现代智能建筑的重要支撑，为企业与个人提供了更加安全、舒适、便捷的生活环境，也是推动建筑行业绿色发展和智能化转型的

重要力量。目前在楼宇场景中相对广泛应用的技术有：

1) 人工智能：在硬件中应用时，多以传感器+AI 的形式发挥价值，如巡检机器人自动避障与执行清洁任务，智能会议室自动感应人员进出控制灯光与温湿度。在软件中应用时，多以数据分析+AI 的形式对外提供服务，如能源管理系统沉淀区域能源消耗数据，为楼宇能源分配与科学管理提供依据；或创建楼宇的数字孪生模型，实时监控并对紧急事态自动规划预案。

2) 物联网：主要用于楼宇内部各类设备的数据采集和控制，结合 RFID 标签、GPS 定位等技术重要资产进行实时跟踪和管理。

3) 云计算：为楼宇提供安全、可靠的数据存储服务，同时支持楼宇管理相关应用的快速部署和扩展。基于云计算，楼宇能搭建即时响应、灵活可控的数字孪生平台。

4) 5G：5G 为远程设备操控和大规模设备实时通信提供安全、稳定的网络基础。

## 2. 运用智能管理系统辅助运营，提升管理效率成为楼宇科技发展的新主题

目前楼宇数字化建设初见成效，AI、大数据、云计算等技术应用已为楼宇环境内产业集聚、企业协作、创新驱动等行为带来了新机会和可能性。智慧化与绿色化也成为智慧楼宇建设的新主题，楼宇绿色化能为区域运营管理带来长线回报，同时展现楼宇管理的社会责任。为实现绿色、低碳和可持续发展，楼宇开始采用清洁能源与节能减排技术，优化能源结构，同时促进资源循环利用。

### 入选 2022 年生态环境部绿色低碳园区典型案例及特征

省份	入选案例	园区特色
广东省	盐田区生物圈三号-大梅沙万科中心碳中和实验园区（一期）	<b>1.智能管理：</b> 项目通过引入微电网系统，实现能源的分散供应和管理，提高能源利用效率； <b>2.绿色能源：</b> 太阳能发电量，绿电比从17%提高到85%，园区建筑能耗下降60%； <b>3.资源循环：</b> 厨余垃圾实现100%在地资源化，零废弃循环机制的引入减少了资源浪费。
福建省	象屿零碳综合保税区	<b>1.智能管理：</b> 引入智能化信息系统建设，整合构建智慧供应链、配合港务智慧物流平台等系统，建成厦门港电智能光伏主站系统等； <b>2.绿色能源：</b> 引进分布式光伏发电、储能电站等减排项目，实现能源自平衡。
上海市	闵行开发区率先创建零碳示范园区	<b>1.智能管理：</b> 英联食品建设了新一代的能源管理系统，对企业能耗进行全面、全过程的监控；圣戈班汽车玻璃建立了生产和能源数字化动态5G管理平台，为进一步优化用能、精细化管理提供有效的数据支撑； <b>2.绿色能源：</b> 光伏发电，清洁能源替代原煤、水煤浆等能源形式，控制园区内污染物排放。
内蒙古自治区	鄂尔多斯零碳产业园	<b>1.智能管理：</b> 聚合新型电力系统和零碳数字操作系统； <b>2.绿色能源：</b> 改造传统能源和发展新能源； <b>3.绿色新工业集群：</b> 形成了围绕动力电池与储能、电动重卡、电池材料、绿色制氢等“风光氢储车”上下游集成产业链。
北京市	北京丽泽金融商务区	<b>1.智能管理：</b> 建设城市智慧运营平台，依人工智能物联网(AIoT)和业务流程即服务(BPaaS)解决方案，实现远程运营管理； <b>2.绿色生态：</b> 100%绿色建筑，绿地和水域规划总面积达2808亩。
江西省	九江市彭泽县棉船“零碳岛”	<b>1.智能管理：</b> 建设国家电投综合智慧能源管控与服务平台天枢一号三网融合系统； <b>2.绿色能源：</b> 大力发展光伏项目，建设离网式5G综合供能基站，降低基站运行成本并提高供电可靠性。
陕西省	西咸新区丝路经济带能源金融贸易区	<b>1.智能管理：</b> 打造西咸中心智慧集成管理平台，集BIM展示、综合监控、绿色运维、决策支撑、应急指挥等功能为一体，提升园区服务和运营能力； <b>2.绿色生态：</b> 治理河道水生态，建立园区绿色循环网络，探索建设无废区等打造“3大”城市生态微循环。

来源：公开资料，艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

整体上看，楼宇的绿色化不局限于使用清洁能源和打造绿色环境，低耗运营与高效管理才是实现资源可持续发展的重点。以入选 2022 年生态环境部绿色低碳园区典型案例的七个园区为例，正在使用或准备使用智能运营管理平台的园区数量达 100%，可见园区的智慧运营管理与绿色发展是相辅相成的。

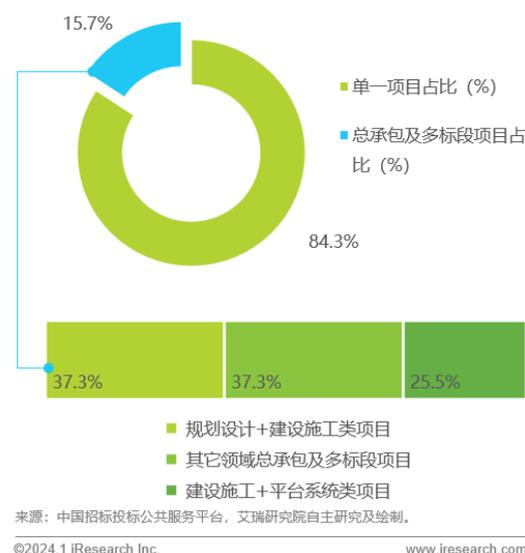
### 3. 低代码平台在企业 and 楼宇全场景绿色化应用构建和敏捷迭代中起到关键作用

通过对 2021 年 12 月至 2022 年 11 月中国智慧园区相关中标项目涉及的交付领域进行分析，发现市场对建设施工、平台系统搭建两个行业中上游领域需求普遍较高，部分建设时间早、数字化程度高的园区已开始产生运维服务需求。在包含多项交付内容的总承包项目或多标段项目中，同时包含智慧园区规划设计方案和后续建设施工的项目占比最高，一体交付建设施工与平台系统搭建的项目次之，分别占 37.3%和 25.5%。可见在智慧园区场景中，数智化平台管理系统和一站式解决方案成为园区需求重点。

2021 年 12 月-2022 年 11 月中国智慧园区相关中标项目领域分布



2021 年 12 月-2022 年 11 月中国智慧园区相关中标项目中总承包及多标段项目领域分布



园区建设与楼宇科技有较多共性，在建设智能管理系统时，由于楼宇内企业众多、资源繁杂，加之软硬件和管理流程可能随时发生变化，这就要求管理系统必须具备高度的灵活性和可调整性。在建设智能管理系统时，由于楼宇场景内入驻企业数量多、运营资源复杂，同时存在软硬件变化、管理流程变化等可能性，需要管理系统能跟随具体情况灵活调整，因此对系统的技术底座有灵活性要求。

低代码的可视化、模块化开发特征与智能楼宇的应用系统开发敏捷性、灵活性需求不谋而合，以低代码平台为技术底座能有效提升管理系统搭建效率。当楼宇内资源或管理流程发生变化时，运用低代码平台仅需对相应模块进行调整，无需对整个应用系统进行重构，有效减轻楼宇运营管理负担。

## (二) 低代码在楼宇科技场景的应用

### 1. 按信息的生产、收集、应用的内容及对象，将楼宇场景拆分成建筑、能源和低碳子场景

楼宇场景的主要元素可以拆解为人、物和场：

1) 人：指园区管理人员、入驻园区的企业员工及访客。“人”是楼宇场景中的活动主体，员工的日常办公、企业的运营管理、访客的接待等行为在楼宇的各个区域持续发生，并生成企业布局、员工信息、出勤状态等数据。对“人”的相关信息进行采集和分析，有助于楼宇提升管理舒适度，也有利于楼宇招商引资等商业行为。

2) 物：指园区各类硬件设备、建筑和有形及无形资源。有形资源如硬件设备，包括照明、暖通、电梯等。无形资源如水电煤等能源，是支撑楼宇场景基础设施运行的重要资源。“物”通过被使用产生使用状态、消耗情况和碳排放等数据，其分析结果能帮助楼宇进行资源的优化配置和高效利用。

3) 场：园区内部各个可活动空间与环境。“场”主要包括会议室、停车场、草坪、湖泊等。楼宇对“场”的运营管理主要涉及空间规划提升利用率和环境改造提升舒适度。

人、物、场在园区内持续产生信息，所谓绿色智慧楼宇即对楼宇内人与物进行智慧化运营管理，对楼宇场景的空间、环境及资源利用更集约且低碳。

楼宇场景下，不同区域中人、物、场的要素组合形式不同。根据人、物、场要素在绿色智慧楼宇的集中情况，可拆解为三个场景：以建筑与人文为核心的建筑场景、以资源监测与管理为核心的能源场景和测算碳排放与资源有效利用率的低碳场景。

#### 楼宇子场景划分



来源：艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

## 2. 建筑场景应用实践

### 2.1 需求解读：低代码发挥平台能力集成零散系统，实现建筑自动化、智能化和统一管理

目前建筑场景中，根据管理对象可以分为建筑和人文两部分。其中建筑主要关注楼宇的物理结构、建材用料和设备运营，如暖通空调、给排水、消防安全、电梯系统、楼宇自控等。根据楼宇管理者对建筑的管理内容，可以总结为运营管理和建筑安全两个方向，二者管理需求和当前痛点如下：

1) 运营管理：对建筑及其设备进行统一管理，获得更加准确、全面的设备运行数据和能源消耗数据，并进行智能化分析，提升运营管理效率。在建筑运营管理中，目前仍有以下难点：

①认知差距：楼宇管理方通常有成熟的管理方法论，但部分团队可能会依赖传统的管理模式，对新技术及其潜在效益缺乏深入了解，导致全局视角缺失或对楼宇智能化运营管理认知不足。

②系统割裂：楼宇间照明、通讯、空调、门禁等系统相互独立，缺乏高效、统一的管理平台增，增加了管理的复杂性，易造成资源浪费。

③能力不足：目前大多楼宇数字化进程呈碎片化特征，数字底座不完善，平台能力不全面，同时缺乏技术开发与应用能力，限制了楼宇的智能化运营的步伐。

④设备控制欠缺：对于设备使用状态、寿命期限、技术性能、利用率等缺乏实时监测与管控，可能导致设备不当使用和能源浪费。

2) 建筑安全：运用先进设备对建筑整体风险实时监测感知，并对异常现象智能告警，及时发现设备故障或安全隐患，保障建筑和设备的安全运行。在建筑安全管理中，目前仍有以下难点：

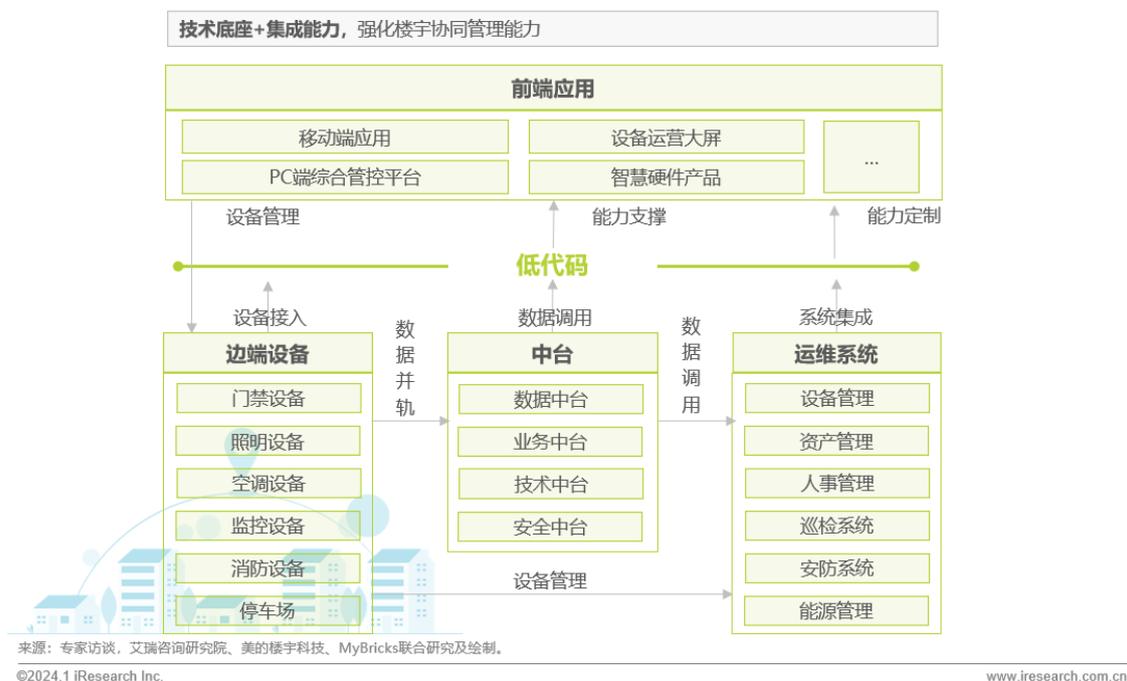
①设备接入：楼宇配备各种视频监控、智能感知、消防安全设备以实现楼宇内外的全方位监控，需进行统一纳管，存在设备兼容和接入稳定性问题。

②数据安全：需要保障安防系统的稳定运行，避免因故障或攻击导致的安全漏洞。建筑安全依赖于数据收集和分析处理，同时安防系统需要 24 小时不间断运行，安全系统的可靠性和数据访问权限管理是建筑安全发挥价值的基础要求。

建筑与其承载的空间和人共同构成建筑生态，建筑以物理设备的精确控制与运行安全为核心，人文场景则主要关注楼宇中的人及其活动轨迹，涉及管理人员、企业员工、外部访客及其产生的各类行为活动。人文场景中，优化使用者感受、为人的行为活动带来便利是主要目的。为实现建筑内办公生活舒适性、满足不同员工对办公环境的个性化需求，需要楼宇内设备互联与自动化控制。楼宇管理者在保障水电气等基础能源稳定供给的前提下，要求楼宇

内所有设备与系统都能彼此影响并相互联系，形成一张设备网络，根据用户意图和行动轨迹自动调控设备状态。

### 低代码在智能楼宇建筑场景中的应用



在建筑场景中，低代码平台为楼宇的设备集成于协同管理提供了技术基础。通过低代码平台，楼宇管理者可以快速集成边端设备和旧管理系统，打通楼宇内部数据孤岛，并快速构建适应移动端、PC端、数据大屏等终端的管理应用，如能源管理系统、安防监控系统、设备维护系统等，实现楼宇的统一管理和智能化分析，提高运营效率和管理水平。

### 2.2 美的 DEPCO 方法论：总承包模式，为智慧建筑项目提供一体化服务

智慧园区的建设多以部分场景为试点向全场景铺开，这种以点及面的形式虽然能稳步推进园区数字化，但也会导致管理者对园区整体规划缺乏全局视角，需要覆盖园区建设及运营全流程、各场景一体化管理的解决方案。

美的总结过往五年的智慧建筑实践经验，形成集数字化咨询、设计、采购、建设和运营为一体的 DEPCO 方法论，全生命周期赋能园区数字化建设与智慧化运营：

1) 数字化咨询 (D)：为建筑智慧业主方、数字化总承包商、智慧建筑平台服务商、应用产品服务商、建筑使用者等角色提供前期调研、业务需求及现状分析、项目可行性研究分析、项目整体规划、蓝图规划、实施方案策划等相关咨询工作，为智慧建筑项目的整体推进提供原则性纲领。

2) 数字化设计 (E)：对前期数字化咨询的成果进行深化设计，再次对焦和收敛用户需求，进行技术收敛和设计成果确定。数字化设计方还需要对设计全过程进行管控，对各相关设计

单位、咨询单位的输入输出成果和进度计划进行管控，并做好与设计有关的技术支撑。

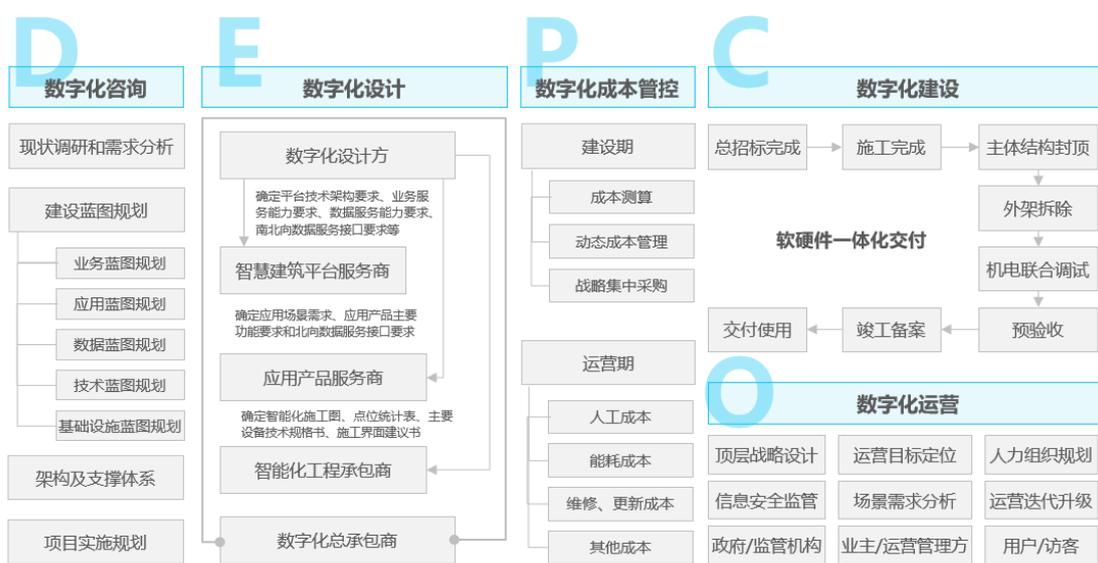
3) 数字化成本管控 (P)：从客户视角出发，通过科学的方法、高效的工具、胜任的团队来实现成本“合理适配”和“动态可控”的目标。

4) 数字化建设 (C)：结合数字设计服务的软硬件集成化设计所制定的标准、规范和要求，利用低代码平台，对项目智能化系统和设备进行智慧化、智能化整合。实施过程中采用数据和工具实现统一开发、规范施工、标准数据描述、应用场景闭环，完成软硬件一体化建设交付服务，满足建筑智慧化运营目标。

5) 数字化运营 (O)：通过新技术、数字工具与数据能力重塑产品和服务的各个环节，降低产品与用户之间的摩擦，提升用户价值的运营效率，是实现业务目标的资源与策略的集合，帮助企业客户构建全面的数字化运营能力，最终真正实现资产价值的可持续增长。

DEPCO 方法论结合了美的的服务经验、产品能力及生态伙伴能力，形成多方协同共生的生态化体系，为园区管理量身定制解决方案。在 DEPCO 解决方案中，低代码作为技术底座实现敏捷开发与伙伴生态集成，快速搭建 iBUILDING 数字化管理平台，帮助园区实现数字化探索到智慧化运营的升级。

### 美的智慧建筑数字化建设总承包解决方案



来源：艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

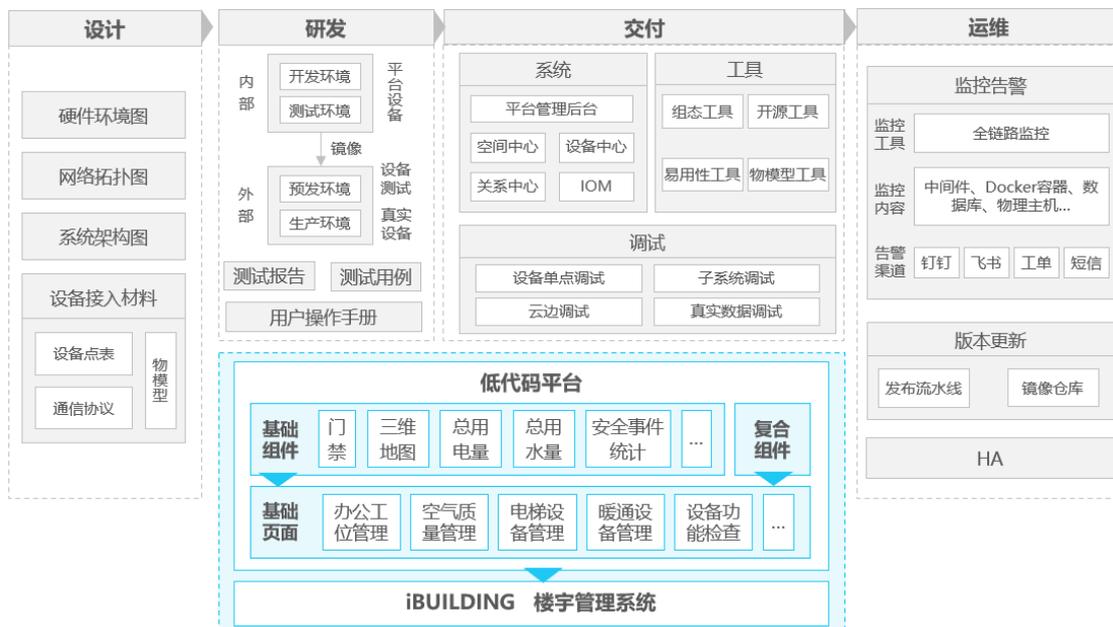
www.iresearch.com.cn

### 2.3 美的楼宇管理系统：低代码+行业经验+客户需求的综合产物

DEPCO 方法论贯穿美的的对外总包服务全流程，其中数字化建设与数字化运营环节，需要运用低代码平台将美的的行业治理方法论转化标准化管理系统。美的低代码平台通过可视化的界面、丰富的场景组件库，让开发人员能基于企业个性化需求量身定制智能化、绿色化的楼宇管理系统，覆盖办公场景、环境管理、电梯管理、暖通管理等场景。目前美的基于低

代码的 iBUILDING 管理系统，已成功为数十家企业提供完整楼宇科技解决方案。

### 美的 iBUILDING 建筑管理解决方案



来源：艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

## 2.4 美的实践案例：量身打造软硬件一体化园区综合解决方案

以某大型互联网企业智慧园区项目为例，该园区总建筑面积约 18 万平方米，目前建有 4 栋办公楼，容纳 1.2 万名员工。受限于行业整体信息化水平与园区内人员访客结构复杂等原因，该园区内部数据孤岛现象严重，设备信息、人员信息相互独立，亟需覆盖全场景的数字化解决方案及行业成功实践经验复用，提升园区管理能力及资源利用率。

美的融合过往实践经验，结合 DEPCO 方法论为该智慧园区量身打造智慧园区综合解决方案，该方案将楼宇数字化平台与边缘云深度合作，用软硬件一体的方式帮助企业消除信息孤岛，实现园区全方位数字化、楼宇体验人性化、运营管理智能化。为推进该项目的智慧化规划与建设工作，美的通过 aPaaS 平台对接飞书 PaaS，输出涵盖 iBUILDING 数字化平台、智慧运营中心、设施设备管理、能源管理、碳管理、运维工单管理、停车管理、Portal、智慧商业等在内的“1+7”整体园区解决方案。

“1+7”智慧园区解决方案帮助该互联网企业实现约 26834 台设备、286450 个数据点位 100%准确上线，基于低代码快速交付 1 个平台及 7 个应用，并实现开箱即用，让园区成为可视、可管、可控的数字驱动生态园区。

## 某大型互联网企业智慧园区项目案例

困境	美的解决方案
<p><b>园区内信息孤岛：</b>相较于其他行业，建筑业信息化水平相对滞后，行业从业人员对信息技术的认知水平参差不齐，导致信息难以集成共享，在企业间形成孤岛效应</p> <p><b>人员复杂、诉求多样：</b>总体可以分为内部人员和外部访客两大类。具体到企业内部人员，又可以分为普通员工、高管、服务人员等，涉及到的参与部门则有HR部门、企业应用部门、房产部、行政部、公共事业部、安全与风控等七八个部门，具有人员复杂、诉求多样的特点</p>	<p><b>打造“1+7”智慧园区综合解决方案：</b>通过 iBUNLDING美的楼宇数字化平台与边缘云深度合作，打造“1+7”智慧园区综合解决方案，实现“软硬件一体化交付”和“项目交付与持续运营”的全生命周期价值链闭环，全面实现园区数字化、消除信息孤岛</p> <p><b>结合DEPCO的数字化咨询：</b>基于需求分析调研和园区业务部门的完整细致沟通，形成全方位规划，设计定义产品大图，确定项目的总体目标、定位、周期和投入，最终根据多样化的需求综合产出重点场景的数字化应用，满足各类人员和场景的需求</p>

## 方案效果

## 01 数字化

人、设备、空间数据全在线，1+7综合园区解决方案，实现用数据支撑决策、用数据驱动管理

## 02 人性化

实现“用户最终体验”的核心目标，满足复杂人群的个性化需求，便捷舒适安全的楼宇体验

## 03 智能化

使园区成为可视、可管、可控、增效运营和绿色可持续发展的智慧园区标杆项目

来源：艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。  
©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

## 3. 能源场景应用实践

## 3.1 需求解读：低代码作为信息化底座采集楼宇能耗数据，实现能源可视化监控与节能管理

能源生产、存储、传输设备遍布楼宇各个角落，随着楼宇规模的扩大和设备数量的增加，能源消耗量也在不断攀升，造成的成本消耗、环境影响也逐步扩大，因此有必要对楼宇内部的能源生产使用链路进行全面监控和智能管理，有效减少能源浪费，优化能源配置，提高能源利用效率，实现楼宇的可持续发展。

楼宇的能源管理可以从设备和管理系统两方面切入，当前楼宇能源管理的主要需求和困境有：

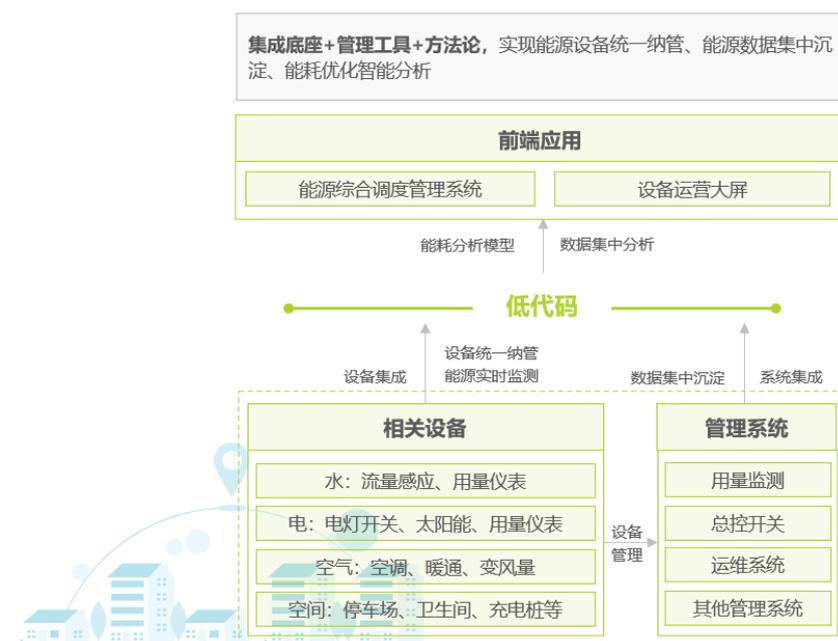
1) 设备：设备根据用途可以分为能源生产设备和能源消耗设备，前者跟随新能源形式变化而更新，后者跟随新技术应用而更新。技术进步与设备老化均会驱使楼宇定期更换能源设备，造成不同设备的基础数据维度不同，影响后续分析管理。

2) 管理系统：主要负责对能源生产、运输及使用全流程的监测和管理。

①能源监测：能源监测需要对楼宇内部产能和耗能设备的运行情况进行实时监控，目前存在系统割裂和数据离散两个难点。楼宇场景中设备复杂，由于设备采买涉及不同供应商，不同供应商的设备管理系统相对独立，造成楼宇内各设备能源消耗数据收集和监控困难，无法做到全面实时的数据获取，同时多个独立的能源管理系统数据维度不同难以整合，需进行统一整合与协同管理。

②能源管理：能源管理需要基于能源监测的数据和能源管理方法论对楼宇各场景用能情况进行动态协调。目前楼宇沉淀了大量能源数据，但由于缺乏智能化的分析手段，难以挖掘潜在的节能空间和优化能源消耗的最优解，还需要专业的管理方法论和数字化工具辅助。

## 低代码在能源智能管理中的应用



来源：专家访谈，艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

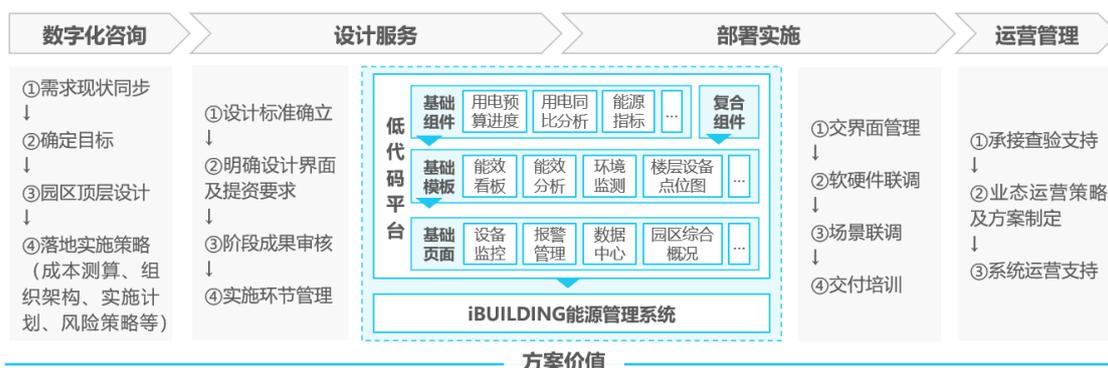
在楼宇的能源管理场景中，低代码通过其集成能力，将楼宇的各种能源设备和系统进行统一纳管，实现数据的共享和协同工作，便于管理者对能源使用情况进行实时监测和调整，优化能源配置，提高能源利用效率。同时，低代码平台还可以根据楼宇的实际需求进行定制化开发，满足楼宇对于能源管理的个性化需求。

### 3.2 美的能源管理解决方案：数字化能源管理方案低成本实现节能改造快速落地

楼宇的能源管理场景需要对能源的生产、储能、输配和使用进行控制和管理。为降低能源传导过程的损耗和使用过程中的浪费，管理者需要集成能源监测及分析的能源管理解决方案。

美的 iBUILDING 能源解决方案融合美的丰富的客户服务经验，集成智能化设备供应商、云资源服务商和弱电集成商等合作伙伴能力，为客户能源精细化管理赋能。美的能源管理解决方案同时从软件与硬件入手，帮助企业打通能源数据收集、控制管理全链路，实现能源弹性控制和精细化管理。硬件层面，美的及其生态伙伴的智能硬件能帮助企业完成硬件升级；软件层面，美的基于低代码平台搭建的能源管理系统能够开放对接多设备终端、灵活管理使用者权限，并对硬件使用情况进行统一分析管理，为企业能耗控制提供调优思路。

## 美的 iBUILDING 能源管理解决方案



### 方案价值

#### 01 高效节能

实现对重点设备的监控及故障报警，保证系统持续处于健康运行状态

来源：艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

#### 02 降本节能

通过平台对自控系统数据监督、评价与诊断，使自控系统运行更加稳定高效

#### 03 集团化管理

通过统一的云平台完成集中监管，方便用户对能耗的管理与分析，保证节能管理技术手段普及更多项目

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

美的能源综合管理系统有强大的边缘数据采集和处理能力，覆盖暖通、电梯、楼宇控制等场景下的硬件设备，对楼宇各场景内能源相关的生产、使用情况的数据的全面处理和分析，从而实现对楼宇能源的能耗与能效分析、能源报告生成、能源优化策略推荐、用能异常告警等功能，赋能楼宇能源精细化管理。

### 3.3 实践案例：升级硬件性能、优化能源监控与管理模式，实现区域用能弹性管理

能源管理通常面临着能源设备折旧期慢和能耗管理不智能等问题。从设备角度看，大部分能源相关硬件设备的使用年限长，效能逐年降低，需要升级硬件；从管理角度看，设备的数据接口协议差异大，导致数据调用困难影响管理效果。美的能源管理解决方案同时覆盖软件及硬件，为楼宇提供软硬件一体的、覆盖咨询规划及落地全链路的整体性解决方案。

1) 万科云城能源优化案例：万科云城总建筑面积 32 万平方米，地面建筑 7 栋，目前面临空调机冷机组群设备性能老化、耗电量过高等问题，需要更新硬件设备，并搭建能实时监控机房的数字化管理系统。

美的 MBT 数字化能源管理方案覆盖万科云城能源体系重构的全环节，包括现场勘察规划、设备部署调试费、硬件升级迭代、管理系统搭建及云资源支持，推进商写楼宇节能改造。改造后，万科云城的节能率达 10% 以上，投入成本首年即可回收，为商写楼宇带来长期经济效益。

2) 花旗银行机房效能优化案例：上海花旗银行大厦机房同样面临设备老化问题，希望能有施工总承包商完成老旧设备替换及数字化运营的整体方案设计和实施，对商写楼宇整体的强弱电、土建、暖通、自控进行系统性改造。

针对花旗银行的需求，美的对机房的硬件进行升级，将 3 台溴化锂机组、2 台螺杆式冷水机组的旧设备组合替换为 3 台 1200RT 变频直驱、1 台 600RT 磁悬浮变频的双一级能效机

组，大冷量直驱机组满足夏日供冷，小冷量磁悬浮机组满足过渡季节低负荷运行以及冬季部分区域供冷的“特殊要求”。同时对花旗银行大楼的自控体系进行升级，将传感器、执行器、DDC、BA 系统整体更换，对接智慧运营中心 IOC 管理平台，大厦机房能耗、建筑能耗、水电天然气能耗、交通状态、环境质量、室外监控等进行统一管理，大幅提升楼宇数字化水平和管理效能。

美的为花旗银行搭建的智慧运营中心 IOC 管理平台正是基于美的的低代码平台构建的综合管理系统，内置能源看板、能效分析、环境监测等模板，方便开发人员快速搭建应用系统，当客户侧有新设备需要纳入管理时也能灵活对接。

### 万科云城一期能源优化案例

困境	美的解决方案	方案效果
<p><b>亟需数字化能源管理：</b>地面建筑7栋，总建筑面积32万方，空调面积约为23万方，冷机群组用电量约为685万kwh/年，电费约为582万元/年，需要通过数字化手段实现机房系统的实时监控管理</p>	<p><b>低投入：</b>能源管理投入约25万元+5万元/年服务费</p> <p><b>数字化能源管理系统：</b>基于低代码搭建的iBUILDING能源管理系统，实现能源的生产、输配、使用、储能、控制全流程高效管控</p>	<p>节能率 &gt; 10%</p> <p>年收益60万元/年</p> <p>首年即可回收全部成本</p>

### 上海花旗银行大厦机房效能优化案例

困境	美的解决方案	方案效果
<p><b>原系统方案进入低效能阶段，亟需数字化运营手段：</b>需要通过数字化手段实现机房系统的实时监控管理</p> <p><b>整体管理方案更新：</b>需要有专业团队承担施工总承包，完成方案设计到新设备施工全流程工作，包括强弱电、土建、暖通、自控、云平台搭建等</p>	<p><b>硬件升级：</b>冷/热源更换为3台1200RT变频直驱+1台600RT磁悬浮变频，均为双一级能效机组</p> <p><b>系统优化：</b>空调水系统改为一次泵系统，BA系统整体更换，如传感器、执行器、DDC等</p> <p><b>效率提升：</b>装配式机房提前搭建高精度模型，在工厂分模块完成预制，再统一运输到现场完成组装</p> <p><b>节省空间：</b>通过结构优化设计和三维仿真设计，实现了对冷冻站的整体最优布局</p>	<p>大冷量直驱机组满足夏日供冷，小冷量磁悬浮机组满足过度季节低负荷运行以及冬季部分区域供冷的“特殊要求”</p> <p>提升效率，缩短工期 节省占地面积 &gt; 1/3 节省材料耗费 &gt; 10%</p>

来源：艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

## 4. 低碳场景应用实践

### 4.1 需求解读：低能耗材料+低代码为核心的全生命周期解决方案，提升清洁资产管理能力

节能减排是当前全球各行业的共同责任，楼宇作为分布广、面积大、人员多的能源消耗的重要场所，更需要重视碳排放的控制与管理。采用先进的低碳管理技术，如智能化能源管理系统、清洁能源、绿色的建筑材料等，能有效控制楼宇的碳排放量，并对碳排放过高的环节进行溯源和管理，减少对环境的影响。低碳管理也有助于提高楼宇的能源利用效率，降低运营成本，实现可持续发展。

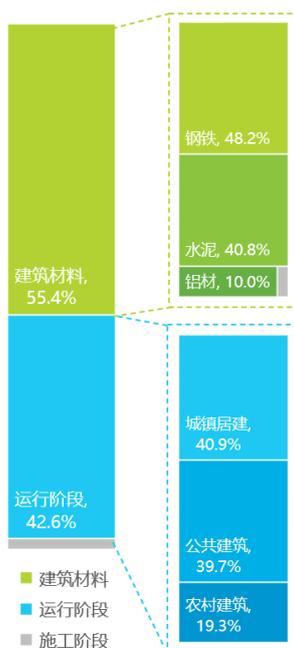
据中国建筑节能协会能耗专委会发布的《中国建筑能耗研究报告（2021）》统计显示，建筑碳排放主要集中在建筑材料与运行阶段，分别占建筑全过程碳排放的 55.4%和 42.6%。楼

宇的低碳管理，流程上涉及碳排放材料、碳排放设备的碳排放数据收集、测算、分析和调整。基于上述流程，楼宇实现碳排放管理可以从碳排放设备和统计管理分别切入：

1) 碳排放设备：会产生碳排放的各类硬件设备。选择清洁能源和低碳排放设备是控制碳排放的根源，但不同设备的管理归属和碳排放数据收集与存储通常涉及研发、采购、物流、工厂管理等部门，通常楼宇管理对各部门碳数据的权限设置和数据分隔缺乏统一的管理，影响数据调取。楼宇管理中要对碳排放进行精确收集和测量，就需要建立统一的碳数据跟踪管理体系，保障碳排放数据的准确性和完整性。

2) 统计管理：为准确衡量碳排放数据，楼宇管理需要建立可靠的碳排测算体系，能快速构建碳测算公式，并完成复杂的碳排放测算。由于碳排放的度量与测算有相应的国际标准和国内指南，碳管理系统需要灵活调取各地、各阶段、各设备的碳排放测算准则，保障计算结果的正确性。

### 建筑全过程碳排放比重



来源：专家访谈，《中国建筑能耗研究报告（2021）》，艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

### 低代码在能源智能管理中的应用



在楼宇低碳管理中，低代码同样承担着碳排放管理系统敏捷开发的责任，但相比建筑管理和能源管理，低碳管理需要实施与碳排放相关测算标准对齐，同时要对碳排放设备进行覆盖生产、分销、使用和废弃的全生命周期数据跟踪管理。基于低代码搭建的碳排放管理系统，可以灵活调整各部门碳数据的管理权限，同时与能源管理和楼宇管理系统对接，可视化展现各区域、各设备的碳排情况，并定期输出碳排放分析报告，满足楼宇对于低碳管理的个性化需求，为楼宇的可持续发展提供支持。

### 4.2 美的碳管理解决方案：一体化低碳解决方案，构建全生命周期内的低碳技术链

楼宇对设备与原材料的碳排放进行全生命周期统计、跟踪、测算与管理的过程中，由于碳足迹数据涉及楼宇管理体系内多个部门和多个设备，因此存在数据存储碎片化、管理权限差异等问题，对碳测算与碳管理造成阻碍。因此，楼宇需要能够根据不同角色进行权限控制与数据分隔，精准进行碳排放数据存储和调用的碳管理解决方案。

针对客户的碳管理需求，美的提供一站式全生命周期碳排放解决方案。美的 iBUILDING 碳管理解决方案一方面提供基于低代码开发的碳管理软件，帮助客户快速搭建碳管理的架构体系，进行科学有效的碳计算；另一方面提供相应的专业咨询服务，覆盖企业碳管理的顶层规划、数据收集与分析和节能减碳方案生成。美的 iBUILDING 数智碳管理技术应用了双因子非线性优化模型和 Severless 架构，其技术创新和解决方案价值获得了中国节能协会的认证：

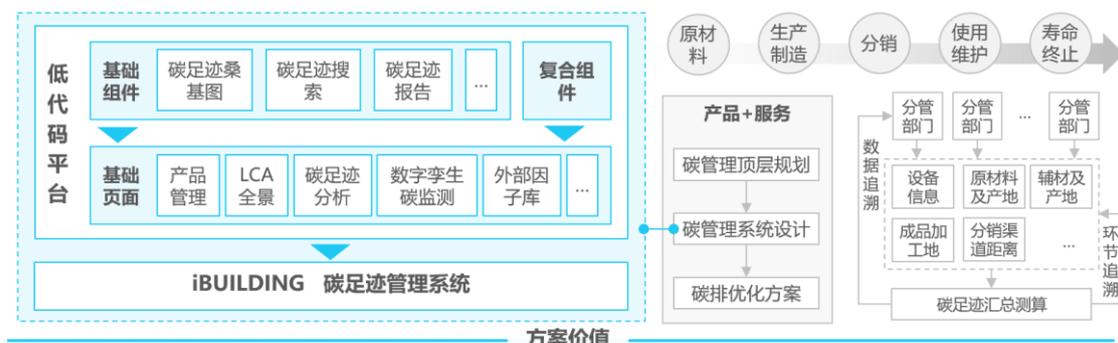
(1) 双因子非线性优化模型：基于多维度的海量数据，运用比较、语义、逻辑、点云等特征提取方法进行数据分类，研发了甄别、判定、转化的 CASA/VAST 双因子非线性优化模型。

(2) Severless：研发了 Severless 前后端低代码引擎，并通过“数据+权限+流程”动态信息管理模型及模块化结构，支持多种形式、数据接驳方式，实现数据精准溯源

(3)楼宇科技：基于楼宇与园区等不同应用场景的能效规则与标准，对系统不同功能模块实现智能化组合与切换。

目前，美的碳管理解决方案能缩 85%产品碳足迹核算周期，降低 80%的综合认证费用。

### 美的 iBUILDING 碳排放管理解决方案



#### 01 全链路碳排放管理

帮助企业快速搭建碳管理体系，建立碳管理的数据链路以及管理架构

#### 02 碳排核算与分析

通过碳排数据分析，精准溯源，实现节能减碳措施落地

#### 03 碳管理效率提升

通过碳排管理系统提高碳管理效率30%，实现减碳8%-15%

来源：艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

美的的碳管理系统亦是国际首个基于低代码研发的碳管理系统，iBUILDING 数智碳管理系统有极高的行业适配性，内置多行业、多场景的碳排相关组件和模板，开发者可以根据自身行业及场景特征快速定制相关功能。在碳管理系统功能设计过程中，美的融合了丰富的实践经验和法规理解，专业物联网的实时数据采集能力、结合五万余碳排放因子数据，构建了覆盖生产到运营全链路的专业碳盘查、碳分析、碳管理体系。碳管理系统中碳排放测算采用模块化数据计算引擎，同时结合国际标准数据和高质量的本土化数据，让碳测算计算结果准

确度更高，也更契合中国国情。基于碳测算数据，美的碳管理系统使用能源、碳排放大数据计算引擎对企业碳排进行多维度诊断分析，为减排建议的有效性和合理性提供数据依据。

### 4.3 实践案例：全链路收集碳排数据、可视化跟踪能源损耗，实现碳排可分析、可追溯

楼宇碳排放管理覆盖楼宇建设和运营，从建筑原材料碳排放到运营阶段的能源消耗，因此楼宇碳足迹管理需要覆盖全场景、全链路的碳排管理解决方案。

美的工业园西区在运营过程中面临着设备维护结构气密性差、设备能耗高、节能减排缺乏数据基础以及管理系统弹性低等困境，需要对能源设备进行升级，同时构建完善的能源与碳排放数据采集与管理体系统。

美的为工业园西区的低碳节能需求制定了覆盖设备和管理系统的一体化解决方案，覆盖设备、系统、光伏、储能，为园区构建从清洁能源生产到消耗的全链路、可追溯、可分析的管理体系，同时提升员工意识，鼓励全员参与节能减排。

1) 能源设备：引入光伏发电和电池储能，从能源生产端实现绿色化。

2) 数字化管理系统：基于低代码搭建 IOC 智慧管理大屏，对园区内环境、交通、设备、能源及碳排放情况进行集中控制，提升运营管理效率。IOC 大屏为园区管理者提供可视化碳排放曲线与同比分析，同时能跟踪能源与碳排放关键指标，帮助使用者精准溯源产品碳足迹与高碳排放源。基于 IOC 管理系统对能源与碳排放的分析与建议，园区管理者能快速掌握用能规律，针对性优化能源分配。

### 美的工业园西区低碳节能优化案例



#### 方案效果

#### 01 设备实时监测



#### 02 设备+系统+光伏+储能/蓄冷/蓄热全面数字化低碳运行



#### 03 碳中和：碳排=设备减排+新能源减排+CCER



来源：艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

## 四、趋势篇：低代码行业发展趋势展望

### (一) 技术趋势

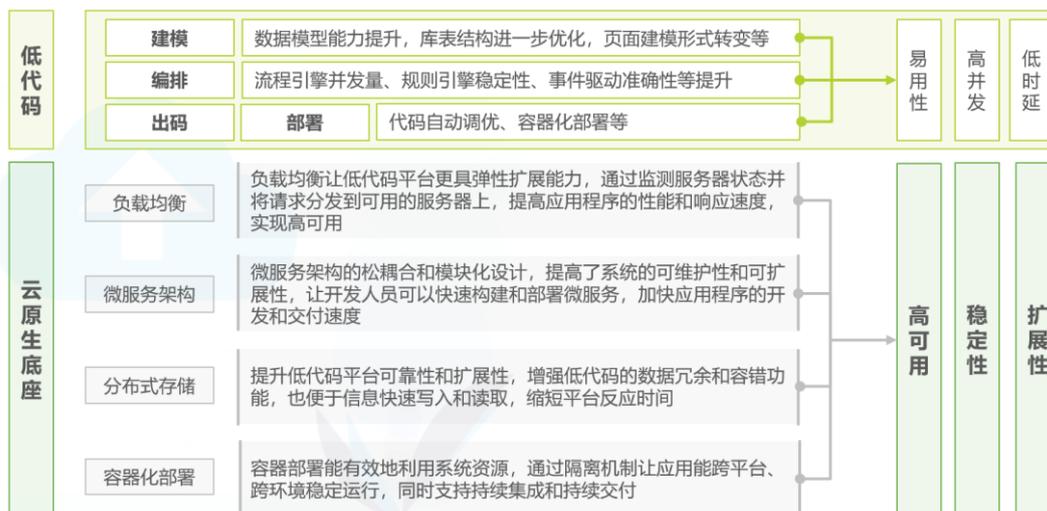
#### 1. 云原生：提升低代码模型能力与低代码平台可靠性

随着低代码使用深度、使用频率的加深，组件数量、应用数量、资源消耗等都会呈现指数增长，为保障平台运行稳定性，需要足够的存储容量、并发量和算力支持。因此，为更好地发挥低代码平台的敏捷性和扩展性，需要更充裕、更稳定的底层资源。

云原生是基于云计算构建和运行应用程序的形式，通过采用微服务架构、容器化封装、动态管理等技术手段，实现应用程序的快速迭代、高效运维和灵活扩展。云原生技术让应用程序能更好地适应云环境的弹性和分布式特性，从而提高资源利用率、降低运维成本，加速业务创新。云原生技术以其高度的弹性、可扩展性和自动化运维能力，为低代码平台提供了强大的基础资源支撑。云原生底座能弹性配置低代码平台的运行资源，提升应用运行稳定性和可靠性，同时降低运维成本和复杂度。

以云底座为基础构建低代码和数字化体系，随着低代码自身引擎的迭代优化，建模与编排引擎更加易用、稳定，出码与部署环节耗时更低，结合云底座对平台运行的支撑，低代码的交付能力与创新能力将得到进一步提升，更好地适应前端业务变化需求。

云架构提升低代码平台综合能力



来源：艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

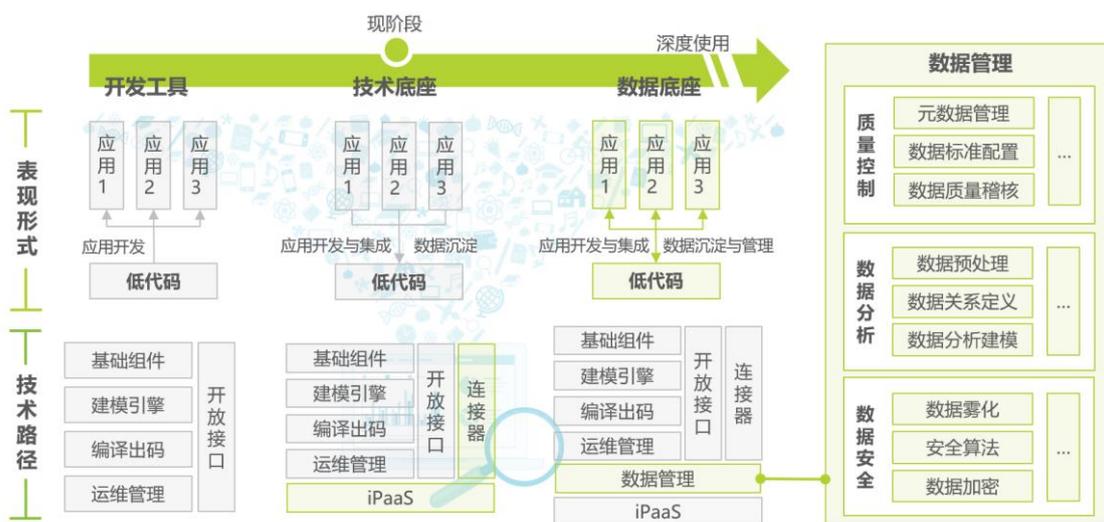
#### 2. 数用一体：aPaaS+iPaaS+数据管理，对数据进行统一纳管，向数据底座转变

随着数字化建设进入深水区，大部分企业级低代码在企业内部的定位已从最初的开发工具向技术底座转型，成为平台产品，承载更多应用的连接与集成，同时沉淀数据。随着未来低代码应用更加深入，数据沉淀增多，低代码将承载更多企业数据枢纽的角色，帮助整合、清洗、分析业务数据。

低代码在数字化体系中属于 aPaaS 范畴，且目前已具备开放集成能力，iPaaS 能力的引入使得低代码平台能够更加灵活地实现与外部系统、服务和数据的集成，打破信息孤岛，提升企业内部和外部的协作效率。

随着大数据、人工智能等技术的普及，数据已经成为企业的核心资产，未来将成为驱动业务变化的重要参考依据。因此，低代码平台不仅需要提供应用开发和集成的功能，还需要具备完善的数据管理能力，如数据标准化、数据加密、分析建模等。未来低代码平台的集成能力和数据处理能力会进一步升级，形成“aPaaS+iPaaS+数据管理”的架构，实现数据资产全生命周期管理。

### 低代码从企业技术底座转向企业数据底座



来源：艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

### 3. AI：AI+低代码实现应用构建自动化、智能化，助力加快全民开发步伐

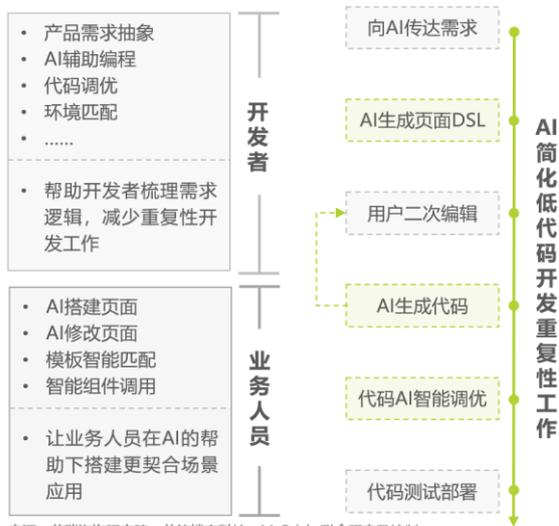
过往 AI 的应用主要集中在模板智能筛选、代码调试等场景，随着大语言模型的应用落地，AI 能更多地在交互层面发挥价值，提升低代码的易用性：

1) 用户侧：AI 能解析用户诉求，自动组合组件生成页面模板。基于语义理解，自动帮助开发者完成模板搭建。这种交互方式简化让使用者无需具备专业的编程知识，有助于更多非技术人员也能参与到开发过程中。

2) 在产品侧，基于机器学习和知识图谱的编码器与代码调试能提升出码效率和准确性。通过机器学习，AI 可以自动学习和优化代码结构，减少人工干预的需要。同时，知识图谱的应用使得代码之间的关联和逻辑关系更为清晰，有助于减少错误和提升代码质量。

目前 AI 在低代码中的应用仍处于基础阶段，一方面受限于垂直场景的低代码成熟度不足影响，另一方面有碍于模型私有化与模型成长性的矛盾，AI 的应用落地速度缓慢。当 AI 已深度渗透低代码时，产生的算力成本与代码冗余是否会影响用户体验仍有待观望。

## AI 优化低代码用户使用体验



来源：艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

## AI 提升低代码平台响应速度



来源：艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

## (二) 市场趋势

### 1. 组件封装：持续推进组件的场景化、行业化封装，并进行标签化、规范化管理

企业使用低代码的过程中，组件封装程度、开发便捷度和应用灵活性就像“不可能三角”，三者几乎不能同时满足。当低代码平台的组件封装程度高时，开发会更便捷，但应用的拓展性和自由度相对降低，若涉及应用功能调整需要对封装组件进行拆解重构。若要实现低代码的便捷开发且应用能灵活迭代时，则要求降低组件封装程度。

为最大程度发挥低代码价值和支撑业务运作，大部分企业选择优先保障开发便捷度和应用灵活性，在此前提下，低代码的持续封装成为长期问题。通常低代码平台内置数百个小组件，如时间、图形组件等，企业和低代码技术提供商会根据业务特征和行业属性，将组件进行多层封装。

从场景上看，目前在通用业务场景已有相对成熟的业务组件，如人力资源管理场景中，员工信息管理、考勤管理、薪资福利等相关组件较为齐全，但在财务、供应链管理、税务等场景中仍然渗透不足，企业个性化需求依旧强烈。从行业上看，低代码的封装程度还有待提升，这与低代码在行业垂直场景的渗透率较低有关，因此低代码技术提供商没有足够的用户实践和反馈进行平台功能和物料的升级。以医疗行业为例，电子病历、患者管理、药物管理等组件的应用频繁，但医疗企业对患者的隐私保护要求高，且企业内存在科室交错、异地就诊、数据标准化等问题，低代码的整体渗透程度低，因此组件封装的实用性难以得到验证。

未来低代码会持续推进物料的行业封装和场景化封装，将技术提供商的最佳实践与行业经验融入组件中，并进行标签化、规范化管理。此外还能在组件中融入大语言模型、RPA 等技术，让组件封装自动化，让应用更加智能化，在业务变化的条件下能实现小范围自适应调整。

## 低代码开发的不可能三角



来源：艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

## 持续推进组件的场景化封装



来源：艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

## 2. 业务渗透：应用开发从通用管理类场景向复杂逻辑场景突破，支持复杂系统应用

目前低代码在制造业、零售、教育、金融的一般业务场景渗透较高，对于复杂业务场景和核心业务场景，只能渗透通用功能或边缘功能，如信息同步、节点邮件抄送等。

受限于底层编程语言框架和专业壁垒，当前低代码平台在强逻辑型管理系统、强集成型管理系统和复杂模型的专业型系统开发存在瓶颈：

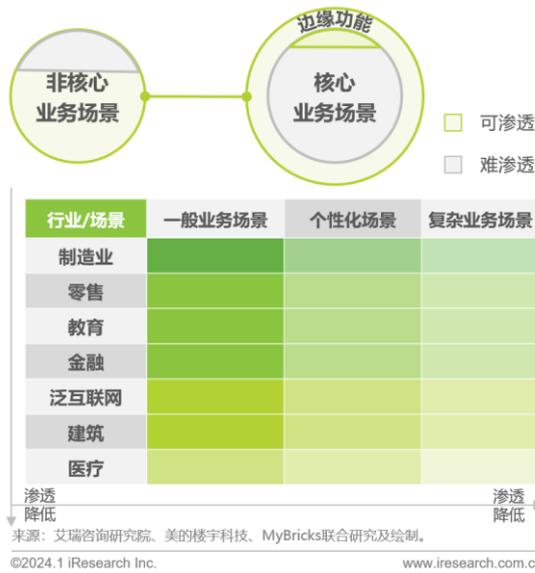
1) 强逻辑型管理系统：以财务系统和供应商管理为例，强逻辑型管理系统通常涉及复杂的数据运算和流程调转，导致应用高度个性化，这类复杂的业务规则和算法往往需要专业的编程技能来实现。

2) 强集成型管理系统：以车间作业管理系统和监控系统为例，这类管理系统需要集成大量硬件设备，对于低代码接口兼容性和数据交换能力而言是一个较大的技术挑战，目前低代码平台大多不会直接与硬件设备衔接，而是架设在设备管理系统之上。

3) 复杂模型的专业型系统：以金融风险模型和气象监测模型为例，一方面当前低代码底层代码的专业性和复杂性限制了其在高级功能开发的灵活性，另一方面专业场景对开发人员的交叉学科知识与行业积累提出更高要求，因此无法承载过于专业的模型构建。

通过低代码与原生代码混合开发、封装场景与行业解决方案、拓展接口协议兼容性、强化与三方伙伴的合作，低代码有望突破当前开发瓶颈，切入企业核心业务领域，面向复杂业务场景提供开发支持。

### 低代码场景渗透现状



### 低代码应用开发瓶颈



## 3. 软硬件一体化：提升场景与行业解决方案的控制灵活性与决策科学性

随着低代码的场景应用深入和数据底座价值的凸显，对硬件的兼容、集成与管理提上议程。通过低代码集成边端设备管理系统，构建软硬件一体化综合解决方案，实现数据生产沉淀统一管理，进一步提升企业业务运作与场景管理智能化程度。

将各行业按照公共领域、生产领域和生活领域进行划分，可以看出生产领域的硬件设备复杂程度较高，但接口协议标准化程度较低。从公共、生产、生活领域的软硬件结合程度上看，呈现以下特征：

1) 标准化 > 低代码渗透：如安防、暖通水电、楼宇电梯场景。当场景中涉及的边端设备数量较少、设备共性高、控制逻辑简单三者满足其二时，该场景软硬件结合的成熟度较高。以暖通水电为例，主要边端设备为空调、空气净化器等，通常在楼宇中布局呈一定规律，且经过集中采购，型号统一，常用控制逻辑为开关和温度调节，无需频繁变化，满足设备共性和控制逻辑简单，因此暖通水电的软硬件一体化解决方案在市场上相对成熟。

2) 标准化 < 低代码渗透：如工业、农业、医疗等场景。这类场景通常边端设备多而复杂，且存在兼容与互操作性等问题，主要原因一方面是生产领域大部分设备需要根据具体应用场景和生产需求进行定制化开发，因此在接口协议兼容性和互操作性上难以统一；另一方面生产领域设备通常精密而复杂，同时折旧期限长，因此常出现新旧设备混用的现象，影响数据互联互通。

设备与应用程序的互操作性有赖于接口协议，未来将出现更多支持多种协议的 IOT 平台辅助简化设备管理和数据集成，而作为集成中枢的低代码平台也有机会在其中发挥更有效的综合调控作用，为行业化、场景化软硬件综合解决方案提供技术支撑。

## 低代码与IoT 结合程度

一级划分	二级划分	硬件示例	接口协议标准化程度	低代码渗透程度	差异原因
公共领域	医疗	病床呼叫、体征监测、床旁智慧屏			<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ <b>标准化 &gt; 低代码渗透</b>: 边端设备多, 管理逻辑复杂, 低代码控制能力有限</li> <li>➢ <b>标准化 &lt; 低代码渗透</b>: 边端设备少, 控制逻辑简单</li> </ul>
	交通	交通灯、车辆、摄像头			
	能源	传感器、照明、摄像头			
	安防	摄像头、感应门、电子围栏			
	教育	智能白板、投影仪、墨水屏			
生产领域	工业	传感器、机床、机械臂			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"><b>目的</b></div> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ <b>赋能业务</b>: IoT设备生成大量实时数据, 低代码平台连接边端设备能采集数据并反哺业务;</li> <li>➢ <b>解决方案</b>: 通过软硬件一体化构建场景化综合解决方案, 深度赋能管理者与使用者</li> </ul>
	零售	零售机柜、POS机、传感器			
	农业	温控设备、照明设备、土壤监测			
生活领域	全屋智能	照明、空调、水电表			
	暖通水电	空调、空气净化器、能耗设备			
	楼宇电梯	电梯、停车场红外、卫生间红外			

技术应用深度由深到浅

来源: 公开资料, 专家访谈, 艾瑞咨询研究院、美的楼宇科技、MyBricks联合研究及绘制。

©2024.1 iResearch Inc.

www.iresearch.com.cn

## 法律声明

### 版权声明

本报告为艾瑞数智旗下品牌艾瑞咨询制作，报告中所有的文字、图片、表格均受有关商标和著作权的法律保护，部分文字和数据采集于公开信息，所有权为原著者所有。没有经过本公司书面许可，任何组织和个人不得以任何形式复制或传递。任何未经授权使用本报告的相关商业行为都将违反《中华人民共和国著作权法》和其他法律法规以及有关国际公约的规定。

### 免责条款

本报告中行业数据及相关市场预测主要为公司研究员采用桌面研究、行业访谈、市场调查及其他研究方法，并且结合艾瑞监测产品数据，通过艾瑞统计预测模型估算获得；企业数据主要为访谈获得，仅供参考。本报告中发布的调研数据采用样本调研方法，其数据结果受到样本的影响。由于调研方法及样本的限制，调查资料收集范围的限制，该数据仅代表调研时间和人群的基本状况，仅服务于当前的调研目的，为市场和客户提供基本参考。受研究方法和数据获取资源的限制，本报告只提供给用户作为市场参考资料，本公司对该报告的数据和观点不承担法律责任。

## 联系我们

咨询热线 400 026 2099

联系邮箱 ask@iresearch.com.cn

公司网站 [www.idigital.com.cn](http://www.idigital.com.cn) [www.iresearch.com.cn](http://www.iresearch.com.cn)



官网



微信公众号



新浪微博



企业微信



为商业决策赋能

©2024.1 iResearch Inc.